

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN HIBAH INTERNAL**



**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN  
ALJABAR LINIER DAN MATRIKS DENGAN PENDEKATAN INKUIRI  
UNTUK MAHASISWA TEKNIK INFORMATIKA**

**Peneliti**

**Siti Aminah, S.Si., M.Pd NIDN. 0715118901**

**Nira Radita, S.Pd., M.Pd NIDN. 0706128703**

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) STIKI Malang  
Sesuai Surat Perjanjian Hibah Program Penelitian  
nomor: 053/LPPM.05/STIKI/VII/2018

**SEKOLAH TINGGI INFORMATIKA & KOMPUTER INDONESIA  
Desember 2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENELITIAN HIBAH INTERNAL**

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Aljabar Linier dan Matriks dengan Pendekatan Inkuiri untuk Mahasiswa Teknik Informatika

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 458/Teknik Informatika

Peneliti:

- a. Nama Lengkap : Siti Aminah S.Si., M.Pd
- b. NIDN : 0715118901
- c. Jabatan Fungsional : -
- d. Program Studi : Teknik Informatika
- e. Nomor HP : 08970477440
- f. Alamat surel (e-mail) : siti Aminah@stiki.ac.id

Anggota Peneliti (1)

- a. Nama Lengkap : Nira Radita S. Pd., M.Pd
- b. NIDN : 0706128703
- c. Perguruan Tinggi : Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia

Mahasiswa yang terlibat : 2 orang

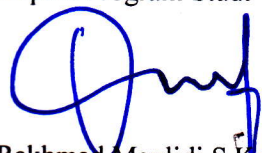
NO	Nama	NRP	Program Studi
1	M. Bima Indra Kusuma	161111070	Teknik Informatika
2	Charles Andre Hartono	152111037	Desain Komunikasi Visual

Biaya Penelitian : Rp 2.500.000,00

Biaya Luaran Tambahan : -

Malang, 14 Januari 2019

Mengetahui,  
Kepala Program Studi



Rakhmad Maulidi S.Kom., M.Kom  
NIP/NIDN: 040016/0706018203

Ketua Peneliti,



Siti Aminah S.Si., M.Pd  
NIP/NIDN: 010124/0715118901

Menyetujui  
Kepala LPPM,



Subari, S.Kom., M.Kom  
NIP/NIDN: 010077/0702027201

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENELITIAN HIBAH INTERNAL**

---

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Aljabar Linier dan Matriks dengan Pendekatan Inkuiri untuk Mahasiswa Teknik Informatika

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 458/Teknik Informatika

Peneliti:

- a. Nama Lengkap : Siti Aminah S.Si., M.Pd
- b. NIDN : 0715118901
- c. Jabatan Fungsional : -
- d. Program Studi : Teknik Informatika
- e. Nomor HP : 08970477440
- f. Alamat surel (e-mail) : siti Aminah@stiki.ac.id

Anggota Peneliti (1)

- a. Nama Lengkap : Nira Radita S. Pd., M.Pd
- b. NIDN : 0706128703
- c. Perguruan Tinggi : Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia

Mahasiswa yang terlibat : 2 orang

NO	Nama	NRP	Program Studi
1	M. Bima Indra Kusuma	161111070	Teknik Informatika
2	Charles Andre Hartono	152111037	Desain Komunikasi Visual

Biaya Penelitian : Rp 2.500.000,00

Biaya Luaran Tambahan : -

Malang, 14 Januari 2019

Mengetahui,  
Kepala Program Studi

Ketua Peneliti,

Rakhmad Maulidi S.Kom., M.Kom  
NIP/NIDN: 040016/ 0706018203

Siti Aminah S.Si., M.Pd  
NIP/NIDN: 010124/ 0715118901

Menyetujui  
Kepala LPPM,

Subari, S.Kom, M.Kom  
NIP/NIDN: 010077/ 0702027201

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Spesifikasi Produk yang Diharapkan.....	2
1.4 Definisi Operasional.....	3
1.5 Target Luaran .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Modul Pembelajaran.....	5
2.2 Pendekatan Inkuiri.....	6
2.3 Aljabar Linier dan Matriks .....	7
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	
3.1 Tujuan Penelitian.....	12
3.2 Manfaat penelitian .....	12
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	
4.1 Model Penelitian.....	13
4.2 Tahapan Penelitian .....	13
4.3 Rancangan Penelitian .....	15
4.4 Peubah yang Diukur .....	15
4.5 Teknik Pengumpulan Data .....	16
4.6 Analisis Data .....	16
<b>BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI</b>	
5.1 Hasil Penelitian.....	21
5.2 Luaran yang Dicapai.....	31
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan.....	32
6.2 Saran .....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	33
LAMPIRAN.....	35

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Rencana Target Luaran .....	4
Tabel 4.1 Kriteria Kevalidan.....	17
Tabel 4.2 Kriteria Keefektifan .....	18
Tabel 4.3 Kriteria Kepraktisan.....	20
Tabel 5.1 Indikator Penilaian pada Lembar Validasi.....	28
Tabel 5.2 Perbaikan Modul Berdasarkan Saran dari Validator .....	29
Tabel 5.3 Hasil Uji Normalitas .....	30
Tabel 5.4 Deskripsi Statistik pada <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	30
Tabel 5.5 <i>Output Paired Sample t-Test</i> .....	31

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Tahapan Pengembangan menurut Dick and Carey .....	15
Gambar 5.1 Contoh Aktifitas pada Tahap Orientasi terhadap Masalah.....	23
Gambar 5.2 Contoh Aktifitas pada Tahap Merumuskan Masalah .....	24
Gambar 5.3 Contoh Aktifitas pada Tahap Mengajukan Hipotesis.....	24
Gambar 5.4 Contoh Pengetahuan yang Menuntun Mahasiswa Melakukan Aktifitas Mengajukan Hipotesis .....	25
Gambar 5.5 Contoh Aktifitas Mengumpulkan Informasi .....	26
Gambar 5.6 Contoh Aktifitas Menguji Hipotesis.....	26
Gambar 5.7 Contoh Aktifitas Menyimpulkan .....	27

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Instrumen Penelitian

Lampiran 2. Personalia Tenaga Pelaksana Beserta Kualifikasinya

Lampiran 3. Artikel Ilmiah

Lampiran 4. Laporan Penggunaan Anggaran 100% dan Bukti Pengeluaran

Lampiran 5. Isian Data Kinerja Penelitian

## RINGKASAN

Pada proses belajar mengajar, tidak semua individu yang melaksanakan proses pembelajaran memiliki kemampuan yang sama dalam membangun pengetahuannya. Beberapa individu merupakan tipe pebelajar cepat (*fast learner*), sedangkan beberapa lainnya merupakan tipe pebelajar lambat (*slow learner*). Untuk mengatasi fakta bahwa dalam suatu kegiatan pembelajaran terdapat pebelajar lambat dan pebelajar cepat, perlu dipikirkan suatu prosedur yang dapat mengakomodasi semua tipe pebelajar, sehingga tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan optimal. Dengan menggunakan modul dalam pembelajaran dapat mengakomodasi pebelajar cepat dan pebelajar lambat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan modul disusun berdasarkan teori konstruktivis dengan pendekatan inkuiri. Modul ini dibatasi pada materi penyelesaian sistem persamaan linier pada mata kuliah Aljabar Linier dan Matriks. Pengembangan modul pembelajaran ini dikembangkan dengan mengadaptasi Dick & Carey. Modul yang telah dikembangkan ini diuji berdasarkan kriteria valid dan efektif. Selanjutnya, modul diuji kepada validator supaya valid dan diuji keefektifannya melalui uji normalitas dan paired sample test. Hasilnya, modul telah valid dan efektif.



## **PRAKATA**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pengembangan Modul Pembelajaran Aljabar Linier dan Matriks dengan Pendekatan Inkuiri untuk Mahasiswa Teknik Informatika”.

Penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik, tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua STIKI Malang
2. Kepala Program Studi Teknik Informatika
3. Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
4. Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika angkatan 2018/2019
5. Pihak-pihak yang telah membantu dan mensukseskan pelaksanaan penelitian ini.

Kami berharap kegiatan yang telah terlaksana ini dapat bermanfaat untuk pengembangan Program Studi Teknik Informatika di STIKI Malang, serta masyarakat pada umumnya.

Malang, 14 Januari 2019

Peneliti

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem pembelajaran sedang bertransformasi dari pembelajaran dengan teori behavioris menuju pembelajaran dengan teori konstruktivis. Teori konstruktivis memiliki prinsip bahwa pembelajaran adalah proses dimana seorang individu membangun pengetahuan melalui pembelajaran aktif, pembelajaran melalui proses berpikir, pembelajaran bermakna dan pembelajaran dengan bereksplorasi (Patil & Sachin, 2017). Pada kenyataannya, tidak semua individu yang melaksanakan proses pembelajaran memiliki kemampuan yang sama dalam membangun pengetahuannya. Beberapa individu merupakan tipe pebelajar cepat (*fast learner*) sedangkan beberapa lainnya merupakan tipe pebelajar lambat (*slow learner*).

Pebelajar lambat (*slow learner*) bukan merupakan pebelajar dengan disabilitas melainkan pebelajar yang membutuhkan pembelajaran khusus dikarenakan pebelajar tersebut memiliki kelemahan dalam berpikir, menemukan hubungan, penalaran, pengembangan konsep bilangan dan bahasa, serta ingatan (Ruhela, 2014). Pebelajar lambat memerlukan waktu yang lebih banyak dalam mengakuisisi kemampuannya dan akan lebih bermanfaat jika kegiatan pembelajaran dilakukan dengan terarah (Vasudevan, 2017). Sebaliknya, pebelajar cepat (*fast learner*) membutuhkan waktu yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pebelajar lainnya dalam berpikir, bernalar, membuat hubungan dan mengingat. Untuk mengatasi fakta bahwa dalam suatu kegiatan pembelajaran terdapat pebelajar lambat dan pebelajar cepat, perlu dipikirkan suatu prosedur yang dapat mengakomodasi semua tipe pebelajar, sehingga tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan optimal. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengakomodasi pebelajar cepat dan pebelajar lambat adalah pelaksanaan kegiatan pembelajaran dengan memanfaatkan modul pembelajaran.

Modul pembelajaran memuat pengalaman pembelajaran yang tersusun secara sistematis dan koheren dengan tujuan pembelajaran dan kriteria penilaian yang mengharuskan pebelajar untuk berinteraksi secara aktif dengan objek pembelajaran, melalui beberapa aktivitas yang harus dilakukan dan memperoleh umpan balik tentang apa yang mereka kerjakan. Modul disusun dengan teori konstruktivis sehingga modul tersebut dapat membantu pebelajar untuk memahami dan mempelajari serta memfasilitasi aktivitas pebelajar pada proses pembelajaran (Rufii, 2015). Pendekatan konstruktivis yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode inkuiri. Pendekatan inkuiri merupakan metode pembelajaran yang efektif yang mampu mengakomodasi pebelajar dengan tipe belajar yang berbeda, selain itu pebelajar dapat belajar dengan baik jika kegiatan pembelajaran memungkinkan mereka untuk terlibat secara aktif dalam aktivitas pembelajaran (Athuman, 2017). Modul ini diterapkan pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks karena mata kuliah ini memiliki tingkat kesulitan yang tinggi bagi beberapa mahasiswa (Berman & Shvartsman, 2016) sedangkan mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib dimana konsep-konsep dasar ditanamkan sebagai dasar untuk perkuliahan pada mata kuliah lainnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana mengembangkan modul pembelajaran pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dengan pendekatan inkuiri pada mahasiswa Teknik Informatika?

## **1.3 Spesifikasi Produk yang Diharapkan**

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, maka spesifikasi produk yang ingin dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini adalah modul pembelajaran pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dengan pendekatan inkuiri. Produk modul pembelajaran tersebut memiliki ciri-ciri:

1. modul pembelajaran dengan topik menyelesaikan sistem persamaan linier,
2. mempunyai rumusan tujuan pembelajaran yang jelas, spesifik, teramati, dan terukur untuk membangun pengetahuan mahasiswa,

3. menyajikan rangkaian kegiatan pembelajaran yang a) memberikan kesempatan kepada pebelajar untuk menilai sendiri keberhasilan kegiatan pembelajarannya, b) berurutan dari tingkat kognitif level rendah menuju ke tingkat kognitif level tinggi, c) memuat materi yang dapat menarik minat pebelajar, d) memberikan kesempatan kepada pebelajar untuk mengulangi proses pembelajaran sehingga tercapai tujuan pembelajaran,
4. proses konstruksi pengetahuan disusun dengan pendekatan inkuiri,
5. konten pada media relevan dengan kebutuhan mahasiswa, masyarakat, dunia kerja, atau dunia pendidikan,
6. sesuai dengan kurikulum dan silabus,
7. disertai dengan asesmen untuk mengukur hasil belajar mahasiswa.

#### **1.4 Definisi Operasional**

Agar tidak terjadi kesalahan penafsiran istilah-istilah dalam pengembangan ini, maka diberikan beberapa definisi operasional sebagai berikut.

1. Modul pembelajaran adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang memuat tujuan pembelajaran yang akan dicapai, materi yang disertai dengan metode dan rangkaian kegiatan belajar yang terencana, serta evaluasi keberhasilan kegiatan pembelajaran yang dapat diaplikasikan oleh pebelajar secara mandiri.
2. Pendekatan inkuiri yang dimaksud pada penelitian ini adalah jenis pendekatan dimana pebelajar diarahkan untuk aktif menemukan dan membentuk pengetahuan berdasarkan aktivitas pembelajaran yang direncanakan
3. Materi Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dibatasi pada materi menyelesaikan sistem persamaan linier dengan menggunakan metode a) eliminasi Gauss, b) eliminasi Gauss-Jordan, c) invers matriks, d) dekomposisi matriks metode Doolittle, e) dekomposisi matriks metode Crout, f) dekomposisi matriks metode Cholesky, dan g) aturan Cramer.

## 1.5 Target Luaran

**Tabel 1.1** Rencana Target Luaran

<b>No.</b>	<b>Jenis Luaran</b>	<b>Indikator Capaian</b>
1	Artikel ilmiah dimuat di jurnal nasional (ber ISSN)	Ada
2	Hak Kekayaan Intelektual (HKI) – Hak Cipta	Ada
3	Bahan Ajar	Ada
4	Tingkat Kesiapan Teknologi	4

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Modul Pembelajaran**

Modul merupakan rangkaian desain pembelajaran yang tersusun secara runtut untuk memfasilitasi pebelajar dalam menguasai suatu pengetahuan atau suatu prosedur secara utuh (Maile & Cooper, 2018). Modul pembelajaran memuat daftar materi dimana pebelajar akan terlibat di dalamnya, disertai dengan tujuan pembelajaran yang spesifik sehingga pebelajar mengetahui apa yang akan diperoleh ketika telah berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran, sumber belajar dimana pebelajar akan memperoleh materi pembelajaran, strategi belajar yang merupakan langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang harus diikuti oleh pebelajar dalam rangka membentuk pengalaman belajar, kriteria asesmen dan evaluasi yang bermanfaat untuk mengukur keberhasilan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. Modul terlebih dahulu diawali dengan pemberian pretes agar dapat dipastikan bahwa pebelajar tidak memiliki kesulitan dalam mempelajari materi dan diakhiri dengan umpan balik dari jawaban pebelajar. Selain itu modul juga dilengkapi dengan materi pengayaan, terutama untuk pebelajar cepat (Rufii, 2015).

Modul pembelajaran yang akan disusun memiliki kriteria (Hutchinson, Freeman, Downey, & Kilbreath, 1992; Rufii, 2015):

- a. *self-instructional*
- b. *self-contained*
- c. *self-directed*
- d. *self-assessment*

*Self-instructional* berarti bahwa modul dapat digunakan oleh pebelajar untuk membelajarkan dirinya sendiri secara mandiri tanpa harus memperoleh bantuan dari pihak lain (Daryanto, 2013) sedangkan kriteria *self-contained* mensyaratkan bahwa modul harus berisi satu keseluruhan materi secara lengkap. Modul memiliki kriteria *self-directed* yang berarti bahwa pebelajar dapat mengakses modul dan memulai beraktivitas dengan modul tanpa campur tangan dari instruktur, dan dapat melanjutkan aktivitas belajarnya berdasarkan instruksi tentang apa yang harus

dikerjakan yang tertulis dengan jelas termasuk apa yang harus dikerjakan di akhir kegiatan (Maile & Cooper, 2018). *Self-assessment* berarti bahwa modul memiliki kriteria bahwa pebelajar dapat menilai dirinya sendiri tentang seberapa jauh keberhasilan yang telah dicapai dari pelaksanaan kegiatan pembelajaran menggunakan modul.

## **2.2 Pendekatan Inkuiri**

Pendekatan inkuiri merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang menganut teori konstruktivis. Berdasarkan hal tersebut, maka pendekatan inkuiri merupakan suatu pendekatan pembelajaran dimana dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran, pebelajar membangun sendiri pengetahuannya melalui beberapa pengalaman belajar yang dilakukan. Secara lebih rinci, pendekatan inkuiri merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang diberikan (Sanjaya, 2008). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan beberapa ahli yang menyatakan bahwa inkuiri adalah cara mempelajari suatu konten dimana seorang instruktur memberikan pertanyaan terarah kepada pebelajar untuk mengeksplorasi pengetahuan yang diperlukan secara aktif untuk menyelesaikan masalah yang memungkinkan pebelajar untuk mempelajari konten dan memprosesnya dalam waktu yang sama melalui pembelajaran aktif yang menekankan pada kegiatan bertanya, analisis data, dan berpikir kritis (Wu, Tseng, & Hwang, 2015; Woolfolk, 2011; Bell, Smentana, & Binns, 2005) Esensi dari pendekatan inkuiri adalah pebelajar yang aktif terlibat serta kegiatan pembelajaran lebih berfokus pada “mengapa” dan “bagaimana” daripada “apa” (Rooney, 2012). Langkah-langkah kegiatan pembelajaran inkuiri yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

- a. orientasi terhadap masalah
- b. merumuskan masalah
- c. mengajukan hipotesis
- d. mengumpulkan informasi (data)
- e. menguji hipotesis
- f. menyimpulkan

### 2.3 Aljabar Linier dan Matriks

Materi Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks yang akan dibahas pada penelitian ini adalah materi menyelesaikan sistem persamaan linier yang terdiri dari 7 metode yaitu: a) eliminasi Gauss, b) eliminasi Gauss-Jordan, c) invers matriks, d) dekomposisi matriks metode Doolittle, e) dekomposisi matriks metode Crout, f) dekomposisi matriks metode Cholesky, dan g) aturan Cramer.

Sistem persamaan linear

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \end{aligned}$$

dapat dinyatakan sebagai perkalian matriks yaitu

$$AX = B$$

Di mana  $A$  disebut matriks koefisien berordo  $m \times n$ ,  $X$  disebut matriks variabel berordo  $n \times 1$ , dan  $B$  disebut matriks konstanta berordo  $m \times 1$ , dan masing-masingnya adalah

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$$

Penyelesaian sistem persamaan linear tidak mengubah matriks variabel, tetapi hanya mengoperasikan secara aritmetik. Karena itu SPL dapat diubah menjadi matriks lengkap atau matriks yang diperluas (*augmented matrix*), secara umum matriks lengkapnya sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_m \end{bmatrix}$$

Terlihat pada matriks di atas bahwa matriks koefisien ( $A$ ) diperluas dengan menambahkan satu kolom yang berisikan matriks konstanta ( $B$ ).

Solusi suatu sistem persamaan linier dapat ditentukan jika matriks *augmented*-nya memiliki determinan yang bukan nol. Beberapa metode menentukan determinan dijelaskan sebagai berikut.



a. Eliminasi Gauss

Eliminasi Gauss mengubah matriks menjadi matriks segitiga atas ( $U$ ) menggunakan operasi baris elementer ( $OBE$ ).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \xrightarrow{OBE} \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ 0 & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ 0 & 0 & u_{33} & u_{34} \\ 0 & 0 & 0 & u_{44} \end{bmatrix} = U$$

Dari matriks segitiga atas tersebut dapat dilakukan substitusi balik untuk menentukan nilai masing-masing unsurnya. Selain itu determinan matriks  $A$  dapat ditentukan seperti rumus berikut.

$\det A = u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{ii}, \quad i = \text{indeks baris},$ atau $\det A = u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{nn}, \quad n = \text{ordo matriks}$
---

b. Eliminasi Gauss-Jordan

Eliminasi Gauss-Jordan mengubah matriks menjadi matriks identitas ( $I$ ) menggunakan operasi baris elementer ( $OBE$ ).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \xrightarrow{OBE} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = I$$

Determinan matriks  $A$ :

$\det A = u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{ii}, \quad i = \text{indeks baris},$ atau $\det A = u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{nn}, \quad n = \text{ordo matriks}$
---

c. Menentukan determinan suatu matriks dengan cara matriks tersebut terlebih dahulu didekomposisi menggunakan metode Doolittle (elemen diagonal matriks  $U$  adalah 1).

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ l_{21} & 1 & 0 & 0 \\ l_{31} & l_{32} & 1 & 0 \\ l_{41} & l_{42} & l_{43} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ 0 & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ 0 & 0 & u_{33} & u_{34} \\ 0 & 0 & 0 & u_{44} \end{bmatrix}$$

Determinan matriks A:

$$\det A = (1 \times 1 \times 1 \times \dots \times 1)(u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{ii}), i = \text{indek baris}$$

atau

$$\det A = (u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{ii}), \quad i = \text{indek baris}$$

- d. Menentukan determinan suatu matriks dengan cara matriks tersebut terlebih dahulu didekomposisi menggunakan metode Crout (elemen diagonal matriks  $L$  adalah 1).

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} & 0 \\ l_{41} & l_{42} & l_{43} & l_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ 0 & 1 & u_{23} & u_{24} \\ 0 & 0 & 1 & u_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Determinan matriks A:

$$\det A = (l_{11} \times l_{22} \times l_{33} \times \dots \times l_{ii})(1 \times 1 \times 1 \times \dots \times 1), i = \text{indek baris}$$

atau

$$\det A = (l_{11} \times l_{22} \times l_{33} \times \dots \times l_{ii}), \quad i = \text{indek baris}$$

- e. Menentukan determinan suatu matriks dengan cara matriks tersebut terlebih dahulu didekomposisi menggunakan metode Cholesky (elemen diagonal utama matriks  $L =$  elemen diagonal utama matriks  $U$ ).

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} & 0 \\ l_{41} & l_{42} & l_{43} & l_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ 0 & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ 0 & 0 & u_{33} & u_{34} \\ 0 & 0 & 0 & u_{44} \end{bmatrix}$$

Di mana  $l_{ii} = u_{ii}$

Determinan matriks A:

$$\det A = (l_{11} \times l_{22} \times l_{33} \times \dots \times l_{ii})(u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{ii}), \text{ atau}$$

$$\det A = (l_{11} \times l_{22} \times l_{33} \times \dots \times l_{ii})^2, \text{ atau}$$

$$\det A = (u_{11} \times u_{22} \times u_{33} \times \dots \times u_{ii})^2, \quad i = \text{indeks baris}$$

- f. Menentukan solusi sistem persamaan linier dengan menggunakan invers matriks  
Jika sistem persamaan linear

$$AX = B$$

dengan matriks koefisien berbentuk bujur sangkar dan mempunyai invers, maka sistem persamaan linear tersebut mempunyai penyelesaian tunggal yaitu

$$A^{-1}AX = A^{-1}B$$

$$IX = A^{-1}B$$

$$X = A^{-1}B$$

Akibatnya, jika  $A$  matriks bujursangkar dan mempunyai invers, sistem persamaan linear homogen,  $AX = 0$  hanya mempunyai penyelesaian trivial saja. Jika diberikan beberapa sistem persamaan linear, dengan matriks koefisien bujursangkar, seperti

$$AX = B_1, AX = B_2, \dots, AX = B_k$$

dan jika diketahui bahwa  $A$  mempunyai invers maka penyelesaian serangkaian sistem persamaan linear yang demikian ini menjadi mudah dan cukup sedikit perhitungan yang diperlukan yaitu cukup dengan mencari invers dan kemudian melakukan operasi perkalian matriks yaitu

$$X = A^{-1}B_1$$

$$X = A^{-1}B_2,$$

...

$$X = A^{-1}B_k$$

Dengan pengalaman ini kita dapat memperbesar matriks lengkap kita untuk beberapa sistem persamaan linear untuk kasus matriks koefisien sebarang yaitu

$$[A : B_1 : B_2 : \dots : B_k]$$

- g. Menentukan solusi sistem persamaan linier dengan menerapkan aturan Cramer  
Jika diketahui sistem persamaan linier

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3$$

dapat dinyatakan dalam bentuk matriks

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

dan dapat diselesaikan dengan menggunakan aturan Cramer sebagai berikut

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

$$Dx_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

$$Dx_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{vmatrix}$$

$$Dx_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & b_3 \end{vmatrix}$$

Sehingga

$$x_1 = \frac{Dx_1}{D}$$

$$x_2 = \frac{Dx_2}{D}$$

$$x_3 = \frac{Dx_3}{D}$$

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan modul pembelajaran pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dengan pendekatan inkuiri pada mahasiswa Teknik Informatika yang valid, praktis dan efektif.

#### **3.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah

1. Modul pembelajaran pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dengan pendekatan inkuiri sebagai alternatif pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa
2. Modul pembelajaran pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dengan pendekatan inkuiri membantu dosen melakukan pembelajaran dengan segala fasilitas yang tersedia
3. Modul pembelajaran pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dengan pendekatan inkuiri membantu mahasiswa memahami materi dimanapun dan kapanpun

## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Model Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Pengembangan modul pembelajaran ini dikembangkan dengan mengadaptasi Dick & Carey.

### 4.2 Tahapan Penelitian

Pengembangan modul pembelajaran ini dikembangkan dengan mengadaptasi Dick & Carey (1996) dengan tahapan sebagai berikut.

**Langkah 1** Analisa Kebutuhan. Di setiap kelas selalu ada mahasiswa dengan tipe *slow learner* dan *fast learner*. Tujuan dari pengembangan modul aljabar linier dan matrik ini adalah untuk mengakomodasi *slow learner* dan *fast learner* dalam pembelajaran materi penyelesaian sistem persamaan linier. Meskipun materi dipelajari secara mandiri, mahasiswa harus terlibat aktif dalam pembelajaran sehingga aktifitas yang terjadi dalam pembelajaran terlihat melalui pendekatan inkuiri. Sehingga modul yang akan dikembangkan harus sesuai dengan pendekatan inkuiri.

**Langkah 2** Analisis instruksional dilakukan untuk mengidentifikasi keterampilan khusus, prosedur, dan tugas-tugas belajar yang terlibat dalam mencapai tujuan instruksi. Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi materi prasyarat yang harus dikuasai mahasiswa untuk belajar menggunakan modul ini. Kemudian menyusun tujuan pembelajaran untuk materi yang akan dipelajari.

**Langkah 3** Analisa mahasiswa dan konten. Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi mahasiswa yang akan belajar menggunakan modul ini. Yang perlu dilihat adalah apakah mahasiswa bisa belajar mandiri karena tidak semua mahasiswa atau suatu kelas dapat diterapkan pembelajaran menggunakan modul. Sehingga, peneliti juga perlu mengetahui terlebih dahulu bagaimana kemampuan, sikap, dan pengetahuan awal mahasiswa yang akan menjadi subyek penelitian.

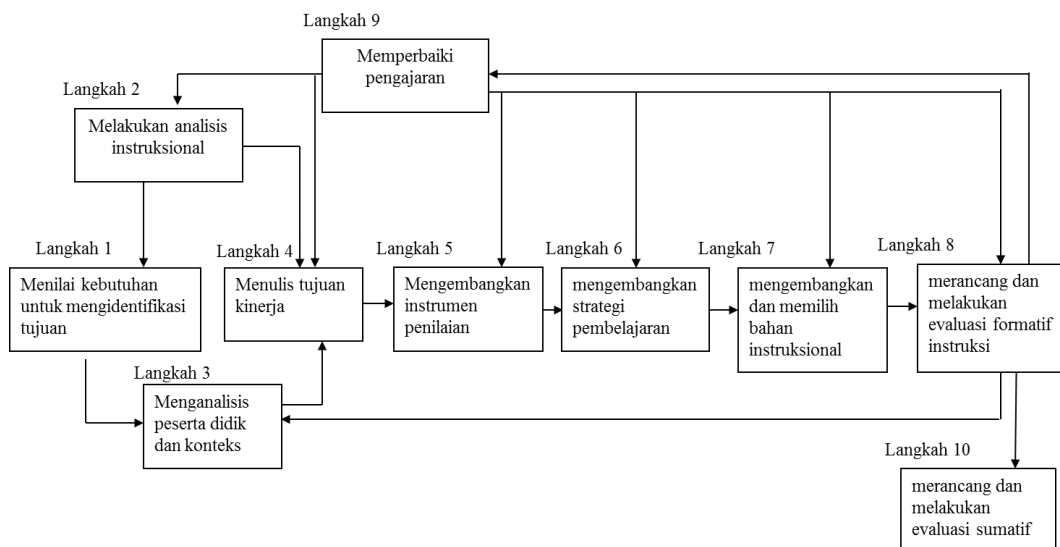
Selain itu, pada tahap ini dilakukan identifikasi materi prasyarat yang sudah harus dikuasai mahasiswa dan materi baru yang akan diberikan.

- Langkah 4** Menulis tujuan kinerja. Pada tahap ini, materi yang akan diberikan disusun sesuai tujuan pembelajaran yang spesifik sehingga pengalaman belajar mahasiswa dapat terlihat. Pada tahap ini juga dilakukan penyusunan soal tes, materi pembelajaran lengkap dengan instruksi yang akan diberikan disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang telah dibuat pada langkah 2.
- Langkah 5** Mengembangkan instrumen penilaian. Instrumen penilaian ini berupa lembar validasi untuk validator, lembar angket untuk Dosen Pengampu, lembar angket untuk mahasiswa, soal *pretest* dan *posttest*. Lembar validasi untuk validator untuk uji kevalidan modul, lembar angket untuk Dosen Pengampu untuk uji keefektifan modul, lembar angket untuk mahasiswa untuk uji kepraktisan modul. Penyusunan soal *pretest* untuk mengukur materi prasyarat yang telah dimiliki dan penyusunan soal *posttest* ini mengukur pemahaman mereka setelah belajar menggunakan modul ini. Sehingga dalam membuat soal-soal ini perlu dibuat dulu kisi-kisi soal lengkap dengan indikator tiap soal.
- Langkah 6** Memilih strategi pembelajaran. Pada pengembangan modul ini menggunakan pendekatan inkuiri. Dari pendekatan ini, disusun strategi pembelajaran yang sesuai dengan pendekatan inkuiri.
- Langkah 7** Pengembangan bahan ajar. Modul yang telah dikembangkan sudah tercetak dan siap untuk diujicobakan.
- Langkah 8** Evaluasi formatif. Tahap ini melakukan uji validitas kepada orang-orang yang berkompeten pada materi modul, seperti dosen di bidang matematika pada bagian isi dan dosen di bidang Pendidikan Matematika pada bagian pembelajaran pendekatan inkuiri apakah sudah terlihat dalam modul yang dikembangkan.
- Langkah 9** Revisi. Revisi dilakukan berdasarkan penilaian dan saran dari para validator untuk kebaikan modul yang telah dikembangkan.

**Langkah 10** Evaluasi Sumatif. Pada tahap ini dilakukan uji praktis dan efektif. Uji praktis dilakukan oleh dosen pengampu aljabar linier dan matriks. Penilaian dilakukan dengan mengisi kuisisioner kepraktisan setelah melakukan kegiatan belajar mengajar menggunakan modul ini. Selain itu, dosen ini bisa juga memberikan saran. Selanjutnya, uji keefektifan oleh mahasiswa yang menggunakan pembelajaran dengan modul ini. Penilaian dengan mengisi kuisisioner dan dapat pula dengan pemberian saran membangun.

### 4.3 Rancangan Penelitian

Berikut ini adalah rancangan Pengembangan Modul Pembelajaran Aljabar Linier dan Matriks dengan Pendekatan Inkuiri untuk Mahasiswa Teknik Informatika sesuai dengan model Dick and Carey (1996).



**Gambar 4.1** Tahapan pengembangan menurut Dick and Carey

### 4.4 Peubah yang Diukur

Modul yang telah dikembangkan dinilai berdasarkan kriteria valid, efektif dan praktis. Validasi modul dinilai ke beberapa orang yang berkompeten di bidang matematika. Data dari 3 hasil kuisisioner ini diolah dan hasilnya dikelompokkan dalam kriteria sehingga menghasilkan modul yang valid, efektif dan praktis. Jika belum memenuhi 3 kriteria tersebut dilakukan revisi sehingga mendapatkan modul



yang valid, efektif dan praktis. Selain itu, apakah modul bisa digunakan dalam pembelajaran dilakukan dengan uji statistik.

#### 4.5 Teknik Pengumpulan Data

Uji kevalidan menggunakan pengisian kuisisioner validasi. Uji keefektifan menggunakan kuisisioner kepada dosen pengampu aljabar linier dan matriks yang telah melakukan pembelajaran dengan modul ini. Dan uji kepraktisan dengan menggunakan kuisisioner kepada mahasiswa yang telah melakukan pembelajaran dengan modul ini.

#### 4.6 Analisis Data

##### 1. Uji Kevalidan

Data kevalidan modul adalah data yang menggambarkan kevalidan modul yang dikembangkan. Kegiatan penentuan skor rata-rata total aspek penilaian kevalidan mengadaptasi langkah-langkah yang dikembangkan Hobri (2010: 52) sebagai berikut.

- 1) Melakukan rekapitulasi data penilaian kevalidan perangkat pembelajaran dan instrumen ke dalam tabel yang meliputi: aspek ( $A_i$ ), indikator ( $I_i$ ), dan skor ( $V_{ji}$ ) untuk masing-masing validator.
- 2) Menentukan rata-rata skor hasil validasi dari semua validator untuk setiap indikator dengan rumus

$$\bar{I}_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji}}{n}$$

Keterangan:

$V_{ji}$ : data skor validator ke- $j$  terhadap indikator ke- $i$

$n$  : banyak validator.

- 3) Menentukan rata-rata skor untuk setiap aspek dengan rumus

$$\bar{A}_i = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{I}_{ji}}{m}$$

Keterangan:

$\bar{A}_i$ : rata-rata skor untuk aspek ke- $i$

$\bar{I}_{ji}$ : rata-rata untuk aspek ke- $i$  indikator ke- $j$

$m$  : banyak indikator dalam aspek ke- $i$ .

- 4) Menentukan skor  $\bar{V}_a$  atau skor rata-rata total dari rata-rata skor untuk seluruh aspek dengan rumus

$$\bar{V}_a = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{A}_i}{n}$$

Keterangan:

$\bar{V}_a$ : skor rata-rata total untuk seluruh aspek

$\bar{A}_i$ : rata-rata skor untuk aspek ke- $i$

$n$  : banyak aspek.

### Kriteria:

Kriteria kevalidan modul ditetapkan sebagai berikut.

**Tabel 4.1** Kriteria Kevalidan

Interval	Tingkat Kevalidan	Keputusan
$2 \leq \bar{V}_a \leq 3$	Valid	Tidak revisi namun memperhatikan saran dari validator
$1 \leq \bar{V}_a < 2$	Cukup Valid	Revisi kecil
$0 \leq \bar{V}_a < 1$	Tidak Valid	Revisi besar

Diadaptasi dari Parta (2009: 71)

## 2. Uji Keefektifan

Pada uji ini, ada 2 pengolahan data. Pertama, pengolahan data dari hasil kuisisioner. Kedua, pengolahan data dari nilai *pretest* dan *posttest* dengan menggunakan uji statistik.

Untuk penilaian uji keefektifan yang pertama mengadaptasi langkah-langkah yang dikembangkan Hobri (2010: 52) sebagai berikut.

- 1) Melakukan rekapitulasi data penilaian keefektifan perangkat pembelajaran dan instrumen ke dalam tabel yang meliputi: aspek ( $A_i$ ), indikator ( $I_j$ ), dan skor ( $V_{ji}$ )
- 2) Menentukan rata-rata skor untuk setiap aspek dengan rumus

$$\bar{A}_i = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{I}_{ji}}{m}$$

Keterangan:

$\bar{A}_i$ : rata-rata skor untuk aspek ke- $i$

$\bar{I}_{ji}$ : rata-rata untuk aspek ke- $i$  indikator ke- $j$

$m$  : banyak indikator dalam aspek ke- $i$ .

- 3) Menentukan skor  $\bar{V}_a$  atau skor rata-rata total dari rata-rata skor untuk seluruh aspek dengan rumus

$$\bar{V}_a = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{A}_i}{n}$$

Keterangan:

$\bar{V}_a$ : skor rata-rata total untuk seluruh aspek

$\bar{A}_i$ : rata-rata skor untuk aspek ke- $i$

$n$  : banyak aspek.

**Kriteria:**

Kriteria keefektifan modul ditetapkan sebagai berikut.

**Tabel 4.2** Kriteria Keefektifan

Interval	Tingkat Keefektifan
$2 \leq \bar{V}_a \leq 3$	efektif
$1 \leq \bar{V}_a < 2$	Cukup efektif
$0 \leq \bar{V}_a < 1$	Tidak efektif

Diadaptasi dari Parta (2009: 71)

Untuk penilaian uji keefektifan kedua untuk membuktikan apakah modul mampu mencapai tujuan yang telah ditetapkan atau tidak. Pengukuran efektif dan tidaknya suatu modul dilakukan dengan membandingkan skor awal dalam *pretest* dengan skor akhir dalam *posttest*. Langkah-langkah dalam melakukan uji efektif adalah sebagai berikut.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas berfungsi untuk mengetahui apakah sebaran data responden berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas akan berpengaruh pada penggunaan alat tes statistik dalam uji hipotesis, apakah akan menggunakan statistik parametrik atau non parametrik. Uji normalitas menggunakan rumus Kolmogorov Smirnov pada SPSS. Dengan kaidah penetapan:

- Jika signifikan  $> 0,05$ , maka sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.
- Jika signifikan  $\leq 0,05$ , maka sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal

## 2) Uji homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah kelompok responden berasal dari populasi yang sama atau tidak. Uji homogenitas dapat menggunakan Uji F pada SPSS.

Kriteria pengujiannya adalah:

- jika  $P\ value > 0.05$ , maka variansi setiap kelompok homogen,
- jika  $P\ value < 0.05$ , maka variansi setiap kelompok tidak homogen.

## 3) Uji hipotesis

Uji hipotesis dilakukan dengan bantuan SPSS. Jika berdistribusi normal maka dapat dilanjutkan ke uji  $t$ . Dengan rumusan hipotesis sebagai berikut.

$H_0$ : Tidak ada perbedaan rata-rata skor pretest dan posttest

$H_1$ : Ada perbedaan rata-rata skor pretest dan posttest

Dengan kaidah penetapan sebagai berikut:

- Jika signifikan  $> 0,05$ ,  $H_0$  diterima
- Jika signifikan  $\leq 0,05$ ,  $H_0$  ditolak

Jika tidak normal dilanjutkan ke uji non parametrik dengan menggunakan *Witney U Test* dengan kaidah penetapan sebagai berikut.

- Jika uji statistik  $U >$  nilai kritis, maka  $H_0$  diterima
- Jika uji statistik  $U \leq$  nilai kritis, maka  $H_0$  ditolak.

## 3. Uji praktis

Data kepraktisan modul adalah data yang menggambarkan keterlaksanaan media pembelajaran. Kegiatan penentuan skor rata-rata total aspek penilaian kepraktisan mengadaptasi langkah-langkah yang dikembangkan Hobri (2010: 54) sebagai berikut.

- 1) Melakukan rekapitulasi hasil observasi keterlaksanaan modul ke dalam tabel yang meliputi: aspek ( $A_i$ ) dan skor ( $P_{ji}$ ).
- 2) Menentukan skor rata-rata setiap aspek pada setiap pertemuan dengan rumus

$$\bar{P}_1 = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ji}}{n}$$

Keterangan:

$P_{ji}$ : skor pengamatan pertemuan ke- $j$  terhadap aspek ke- $i$

$n$  : banyak observer.

- 3) Menentukan skor rata-rata seluruh aspek pada setiap pertemuan dengan rumus

$$\bar{P}_2 = \frac{\sum \bar{P}_1}{m}$$

Keterangan:

$\bar{P}_1$  : skor rata-rata setiap aspek pada setiap pertemuan

$m$  : banyak aspek pada setiap pertemuan

- 4) Menentukan skor rata-rata total dari rata-rata seluruh aspek pada seluruh pertemuan dengan rumus

$$\bar{P}_3 = \frac{\sum \bar{P}_2}{r}$$

Keterangan:

$\bar{P}_2$  : skor rata-rata seluruh aspek pada setiap pertemuan

$r$  : banyak skor rata-rata seluruh aspek pada setiap pertemuan.

### Kriteria:

Nilai kepraktisan modul ditetapkan sebagai berikut.

**Tabel 4.3** Kriteria Kepraktisan

Interval	Tingkat Keterlaksanaan ( $\bar{P}_3$ )	Tingkat Kepraktisan
$2 \leq \bar{P}_3 \leq 3$	Tinggi	Praktis
$1 \leq \bar{P}_3 < 2$	Cukup	Kurang Praktis
$0 \leq \bar{P}_3 < 1$	Rendah	Tidak Praktis

Diadaptasi dari Parta (2009: 72-73)

## **BAB V**

### **HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI**

#### **5.1 Hasil Penelitian**

Hasil dari penelitian ini adalah modul Aljabar Linier dan Matriks yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu modul 1, modul 2, dan modul 3. Berdasarkan tahapan Dick & Carey (1996), hasil dari tiap tahapan akan dijelaskan sebagai berikut.

##### **1. Tahap analisis kebutuhan**

Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan penelitian pendahuluan yang meliputi pembelajaran dengan metode tatap muka, pemberian pretest, dan kajian literatur. Dari hasil penelitian pendahuluan diketahui bahwa terdapat mahasiswa yang merupakan tipe pebelajar lambat dan terdapat mahasiswa yang merupakan tipe pebelajar cepat. Dari kajian terhadap silabus mata kuliah yang telah disusun, diketahui bahwa pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks terdapat satu pokok bahasan yaitu menyelesaikan sistem persamaan linier yang terdiri dari 6 pokok materi untuk memperoleh hasil belajar yang hampir sama. Pokok materi tersebut yaitu menyelesaikan sistem persamaan linier dengan menerapkan eliminasi Gaussian, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan invers matriks, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Doolittle, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Cholesky, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Crout, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan aturan Cramer. Sehingga, untuk mengakomodasi tipe pebelajar cepat dan tipe pebelajar lambat pada seluruh pokok materi tersebut perlu dikembangkan modul pembelajaran pada pokok bahasan menyelesaikan sistem persamaan linier.

## 2. Tahap analisis instruksional

Pada tahap analisis intruksional, peneliti mengidentifikasi materi prasyarat yang harus dikuasai mahasiswa untuk belajar menggunakan modul ini. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan diperoleh data bahwa sebelum mempelajari pokok bahasan menyelesaikan sistem persamaan linier, mahasiswa harus sudah mempelajari pokok bahasan sistem persamaan linier, pokok bahasan matriks dan pokok bahasan determinan. Setelah mengetahui materi prasyarat yang dibutuhkan, peneliti menyusun tujuan pembelajaran untuk materi yang akan dipelajari dengan menggunakan modul yaitu sebagai berikut:

- 1) mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan menerapkan eliminasi Gaussian,
- 2) mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan menggunakan invers matriks,
- 3) mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Doolittle,
- 4) mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Crout,
- 5) mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Cholesky,
- 6) mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan menerapkan aturan Cramer.

## 3. Tahap analisis mahasiswa dan konten

Tahap analisis mahasiswa dilakukan agar peneliti mengetahui bagaimana kemampuan, sikap, dan pengetahuan awal mahasiswa yang akan menjadi subyek penelitian. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, peneliti melakukan suatu kegiatan pembelajaran untuk mengetahui aktivitas belajar mahasiswa di dalam kelas dan selanjutnya memberikan pretest terhadap mahasiswa. Dari pelaksanaan pembelajaran di dalam kelas yang telah dilaksanakan diketahui bahwa 53% mahasiswa merupakan tipe pebelajar cepat dan 47% mahasiswa merupakan tipe pebelajar lambat.

Pada tahap analisis konten, peneliti menyusun konten pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sesuai dengan metode pembelajaran yang dipilih yaitu inkuiri. Sesuai dengan hal tersebut maka konten pembelajaran yang dikembangkan pada modul ini meliputi aktivitas orientasi terhadap masalah, merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, mengumpulkan informasi, menguji hipotesis dan menyimpulkan.

#### 4. Tahap menulis tujuan kinerja

Ketiga modul disusun berdasarkan tahapan inkuiri. Pada tahap orientasi terhadap masalah pada salah satu modul tersaji pada Gambar 5.1.

**orientasi terhadap masalah**

Perhatikan beberapa contoh SPL berikut ini.

Contoh 1: (contoh SPL jika menggunakan OBE, ketiga operasi dapat diterapkan)

$$\begin{aligned}2x + y + 3z &= 0 \\x + y + 2z &= 2 \\x + 2z &= 3\end{aligned}$$

Contoh 2: sistem persamaan linier yang tidak mempunyai solusi

$$\begin{aligned}2x + y - 3z &= 0 \\4x + 5y + z &= 8 \\8x + 10y + 2z &= 20\end{aligned}$$

Contoh 3: sistem persamaan linier yang mempunyai banyak solusi

$$\begin{aligned}4x + 3y + 5z &= 18 \\x - y + z &= -5 \\-x + y - z &= 5\end{aligned}$$

Tentukan solusi dari masing-masing sistem persamaan linier tersebut!

**Gambar 5.1** Contoh aktifitas pada tahap orientasi terhadap masalah

Pada aktivitas ini, mahasiswa diberikan 3 masalah SPL. Masalah pertama adalah SPL dengan mempunyai satu solusi, masalah kedua adalah SPL yang tidak mempunyai solusi, dan masalah ketiga adalah SPL dengan banyak solusi. Dan mahasiswa disuruh mencari solusi dari SPL yang mempunyai satu solusi dengan mengikuti instruksi pada modul.



### merumuskan masalah

Langkah pertama untuk menemukan solusi SPL adalah membentuk matriks *augmented*. Secara umum matriks *augmented* dari suatu sistem persamaan linier dinyatakan sebagai berikut.

$$\left[ \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_m \end{array} \right]$$

Terlihat pada matriks di atas bahwa matriks koefisien ( $A$ ) diperluas dengan menambahkan satu kolom yang berisikan matriks suku konstan ( $B$ ).

Tuliskan matriks *augmented* dari contoh 1-3

**Gambar 5.2** Contoh aktifitas pada tahap merumuskan masalah

Tahap kedua pada inkuiri adalah merumuskan masalah. Pada aktivitas ini, mahasiswa membuat matriks *augmented* pada ketiga masalah yang tersedia.

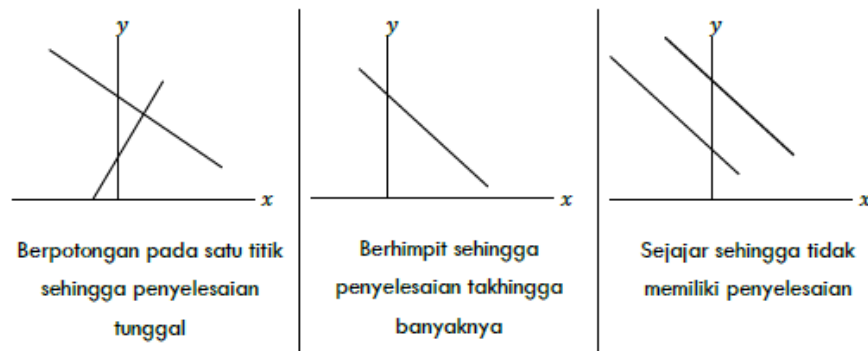
Dari matriks *augmented* yang kita dapat tadi, kita bisa menduga apakah sistem tersebut mempunyai solusi atau tidak dengan melihat ciri-ciri yang telah dijelaskan diatas. Sekarang, silahkan kalian menduga solusi yang akan dihasilkan dari contoh 1-3.

**Gambar 5.3** Contoh aktifitas pada tahap mengajukan hipotesis

Sistem persamaan linear mempunyai tiga kemungkinan solusi, yaitu

1. Penyelesaian tunggal jika matriks *augmented* mempunyai determinan
2. Penyelesaian tak hingga banyaknya jika
  - variabel lebih banyak dari persamaan, atau
  - tidak mempunyai determinan
3. Tidak ada penyelesaian, jika
  - Salah satu persamaan merupakan kelipatan dari persamaan lainnya, atau
  - determinannya 0

Ketiga kemungkinan banyaknya penyelesaian ini dapat digambarkan sebagai kombinasi dua buah garis pada bidang  $xy$  yaitu:



**Gambar 1** Ketiga kemungkinan banyaknya penyelesaian sistem persamaan linear

Sistem persamaan linear yang mempunyai penyelesaian, baik penyelesaian tunggal maupun penyelesaian tak hingga banyaknya, disebut **konsisten**. Jika tak mempunyai penyelesaian disebut **takkonsisten**.

**Gambar 5.4** Contoh pengetahuan yang menuntun mahasiswa melakukan aktifitas mengajukan hipotesis

Pada tahap ketiga inkuiri adalah mengajukan hipotesis. Sebelum menyelesaikan masalah, ada pengantar materi tentang pengetahuan yang akan mengantar mahasiswa menyelesaikan masalah-masalah tersebut. Materi tersebut tersaji dalam halaman awal yang tersaji seperti pada Gambar 5.3. Pada tahap mengajukan hipotesis, mahasiswa menduga manakah matriks yang mempunyai satu solusi berdasarkan ciri-ciri yang diberikan sesuai pada pengetahuan mereka.

### mengumpulkan informasi (data)

Jika suatu SPL mempunyai satu solusi, salah satu cara menemukan solusi tersebut adalah dengan eliminasi gauss. Eliminasi gauss adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan **matriks baris eselon**.

Saat menerapkan eliminasi gauss dalam perhitungan, kita membutuhkan Operasi Baris Elementer (OBE). Terdapat **tiga jenis operasi** yang dapat dilakukan dalam OBE, yaitu:

1. Mengganti urutan dua baris
2. Mengalikan baris dengan bilangan yang bukan nol
3. Menambah suatu baris dengan baris yang lainnya

Kita perlu mengetahui bahwa **matriks eselon baris** bercirikan:

1. pada setiap baris, entri tak-nol yang pertama adalah satu, dan satu ini disebut **satu utama**;
2. jika terdapat baris nol, maka baris tersebut diletakkan pada baris yang terbawah;
3. pada dua baris yang berurutan letak satu utama pada baris yang lebih bawah terletak lebih ke kanan.

**Gambar 5.5** Contoh aktifitas mengumpulkan informasi

Pada tahap keempat inkuiri adalah mengumpulkan informasi. Pada tahap ini, mahasiswa diberikan pengetahuan untuk dibaca dan dipahami. Pengetahuan ini akan membantu mahasiswa untuk melanjutkan proses mendapatkan penyelesaian dari masalah.

### menguji hipotesis

Tujuan kita melakukan OBE pada matriks *augmented* adalah agar matriks koefisien (A) menjadi matriks baris eselon.

$$\text{Contoh: } U = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}, \quad U = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 2 \\ 0 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix}$$

Untuk mempermudah operasi baris elementer, lakukan langkah berikut ini

1. Ubahlah  $a_{21}$  menjadi 0
2. Ubahlah  $a_{31}$  menjadi 0
3. Ubahlah  $a_{32}$  menjadi bilangan 0

Tuliskan proses OBE dari salah satu contoh 1-3 yang kamu duga mempunyai satu solusi. Tuliskan proses OBE sesuai langkah 1-3 pada matriks *augmented* sehingga matriks koefisien (A) menjadi matriks baris eselon.

Dari matriks baris eselon diatas, dengan subsitusi balik kita peroleh

- $z = \dots$
- $\dots y + \dots z = \dots + \dots = \dots$  sehingga diperoleh  $y = \dots$
- $\dots x + \dots y + \dots z = \dots + \dots + \dots = \dots$  sehingga diperoleh  $x = \dots$

**Gambar 5.6** Contoh aktifitas menguji hipotesis

Pada tahap kelima inkuiri adalah menguji hipotesis. Pada tahap ini, mahasiswa telah menduga bahwa dari ketiga masalah tersaji, ada satu masalah yang mempunyai satu masalah. Dengan menggunakan pengetahuan yang telah diberikan pada tahapan mengumpulkan informasi, mahasiswa menggunakan pengetahuan tersebut untuk menguji hipotesis. Pada tahap ini, mahasiswa diberikan instruksi seperti yang tersaji pada Gambar 5.7.

#### Menyimpulkan

Untuk mengetahui bahwa solusi yang kamu temukan adalah solusi yang benar, lakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan solusi ke masing-masing SPL. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka solusi yang kamu temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan teliti lagi hasil pekerjaan anda sampai menemukan solusi yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang tersedia.

**Gambar 5.7** Contoh aktifitas menyimpulkan

Tahap terakhir pada inkuiri adalah menyimpulkan. Setelah mahasiswa melakukan uji hipotesis, maka dia akan mendapatkan solusi dari suatu SPL, yaitu solusi yang dihasilkan adalah satu solusi. Namun, belum menmgetahui, apakah solusi tersebut benar. Sehingga diperlukan pengujian seperti pada instruksi yang tersaji pada Gambar 5.7. Dari pengujian tersebut, mahasiswa dapat menyimpulkan bahwa solusi yang dia cari sudah benar.

#### 5. Tahap pengembangan instrumen penilaian

Pada tahap ini, peneliti menyusun lembar validator untuk menilai modul yang telah disusun. Indikator penilaian untuk modul aljabar linier dan matriks dapat dilihat di Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Indikator Penilaian pada Lembar Validasi

No	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		1	2	3	4
1	<i>Penampakan Pendekatan Inkuiri</i>				
	a. Isi modul tersaji masalah sesuai tahapan orientasi terhadap masalah pada inkuiri				
	b. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk merumuskan masalah				
	c. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk mengajukan hipotesis				
	d. Isi modul memuat pengetahuan yang dapat menjadi dasar mahasiswa untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan				
	e. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk menguji hipotesis				
	f. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk menyimpulkan				
2	<i>Tingkat Kesukaran Masalah</i>				
	a. Modul menyajikan masalah dengan tingkat kesukaran sesuai standar kognitif mahasiswa S1.				
	b. Modul menyajikan masalah untuk penerapan konsep dengan tingkat kesukaran sesuai standar kognitif siswa mahasiswa S1.				
	c. Modul menyajikan kegiatan-kegiatan yang sesuai untuk kemampuan mahasiswa S1.				
4	<i>Ilustrasi/ Gambar</i>				
	a. Ilustrasi gambar pada tiap bagian dalam modul sesuai dengan topik bahasan.				
	b. Gambar tersebut dapat memberi ilustrasi konsep.				
	c. Gambar disajikan dengan jelas dan baik.				
5	<i>Bahasa</i>				
	a. Modul disajikan dengan bahasa yang komunikatif.				
	b. Modul disajikan dengan bahasa yang logis.				
	c. Modul disajikan dengan bahasa yang mudah dipahami.				

6. Tahap pemilihan strategi pembelajaran

Untuk pelaksanaan pembelajaran dengan modul dilakukan dengan sistem daring. Modul terbagi menjadi 3, yaitu modul 1, modul 2, dan modul 3. Pada modul 1 berisi materi menentukan SPL dengan menggunakan eliminasi Gauss dan Gauss Jordan. Mahasiswa harus mempelajari modul 1 dalam waktu maksimal 1 minggu. Mahasiswa yang telah mempelajari modul 1, diperbolehkan mengerjakan kuis modul 1 secara daring. Jika nilai kuis modul 1 telah mencapai 65, maka mahasiswa bisa mengakses file modul 2. Bagi mahasiswa yang belum memenuhi nilai 65, maka mahasiswa harus belajar lagi dan mencoba kuis modul 1 dengan izin terlebih dahulu kepada dosen pengampu. Begitu seterusnya pembelajaran dilakukan hingga

mahasiswa selesai mengerjakan kuis modul 3. Materi modul 2 tentang menentukan SPL dengan menggunakan invers matriks. Sedangkan materi modul 3 tentang menentukan SPL dengan menggunakan dekomposisi dan Cramer.

7. Tahap mengembangkan dan memilih bahan instruksional

Modul telah tersusun sesuai dengan pendekatan inkuiri dan sesuai format yang direncanakan. Modul siap untuk diuji validasi oleh 1 dosen matematika STIKI dan 1 dosen STMIK Asia Malang.

8. Tahap merancang dan melakukan evaluasi formatif instruksi

Langkah evaluasi formatif dilakukan oleh 1 dosen matematika STIKI dan 1 dosen ormatematika STMIK ASIA. Hasil uji validasi kedua validator adalah 2.37 yang berkriteria valid dengan beberapa revisi berdasarkan saran dari validator.

9. Tahap Revisi

Pada tahap ini, peneliti melakukan revisi berdasarkan saran dari validator. Pada Tabel 5.2 akan ditunjukkan saran dari validator beserta tampilan modul sebelum direvisi dan setelah direvisi.

**Tabel 5.2** Perbaikan Modul Berdasarkan Saran dari Validator

Saran Validator	Sebelum direvisi	Setelah direvisi
Menampilkan materi pada tahap mengajukan hipotesis pada pengantar materi sebelum masalah diberikan	materi pada tahap mengajukan hipotesis terletak setelah 3 masalah disajikan	materi pada tahap mengajukan hipotesis terletak pada pengantar materi , sebelum 3 masalah disajikan
materi pada tahap mengumpulkan informasi sebaiknya menggunakan Bahasa yang lebih mudah dipahami	<p><u>Jika suatu SPL mempunyai satu solusi, salah satu cara menemukan solusi tersebut adalah dengan eliminasi Gauss. Eliminasi Gauss adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan matriks basis eselon</u></p> <p>Saat menerapkan eliminasi Gauss dalam perhitungan, kita membutuhkan Operasi Baris Elementer (OBE). Terdapat <b>tiga jenis operasi</b> yang dapat dilakukan dalam OBE, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengganti urutan dua baris</li> <li>2. Mengalikan baris dengan bilangan yang bukan nol</li> <li>3. Menambah suatu baris dengan baris yang lainnya</li> </ol> <p>Kita perlu mengetahui bahwa <b>matriks eselon baris</b> berisikan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. pada setiap baris, entri tak-nol yang pertama adalah satu, dan satu ini disebut <b>setu utama</b>;</li> <li>2. jika terdapat baris nol, maka baris tersebut diletakkan pada baris yang terbawah;</li> <li>3. pada dua baris yang berurutan letak satu utama pada baris yang lebih bawah terletak lebih ke kanan.</li> </ol>	<p>Eliminasi Gauss adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan <b>matriks basis eselon</b>. Untuk menghasilkan matriks basis eselon, kita perlu melakukan Operasi Baris Elementer (OBE) pada matriks augmented. <u>Jika menjadi matriks basis eselon, sebuah matriks harus mempunyai sifat-sifat berikut ini:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. jika suatu baris tidak seluruhnya terdiri dari nol, maka angka tak nol yang pertama dalam baris tersebut adalah angka satu, dan satu ini disebut <b>utama 1</b>;</li> <li>2. jika ada beberapa baris yang seluruhnya terdiri dari nol, maka baris tersebut diletakkan bersama di bagian bawah matriks;</li> <li>3. jika beberapa dua baris yang berurutan yang tidak seluruhnya terdiri dari nol, utama 1 pada baris yang lebih bawah terletak di sebelah kanan utama 1 dalam baris yang lebih atas.</li> </ol> <p>terdapat <b>tiga jenis operasi</b> yang dapat dilakukan dalam OBE, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memutarikan urutan dua baris</li> <li>2. Mengalikan suatu baris dengan bilangan yang bukan nol</li> <li>3. Menambahkan suatu baris dengan baris yang lainnya</li> </ol>

Saran Validator	Sebelum direvisi	Setelah direvisi
Pada modul 3 materi dekomposisi Cholesky, diberikan tambahan penjelasan supaya mudah dipahami oleh mahasiswa TI	<p style="text-align: center;"><b>Menentukan Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Hasil Dekomposisi Cholesky</b></p> <p>Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan hasil dekomposisi Cholesky, ikuti langkah-langkah berikut</p> <p>1. ubahlah matriks A menjadi matriks L dan U</p> $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$ <p>Dimana <math>l_{ii} = u_{ii}</math></p> <p>Dari kesamaan dua matriks tersebut, diperoleh formula berikut</p>	<p style="text-align: center;"><b>Menentukan Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Hasil Dekomposisi Cholesky</b></p> <p>Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan hasil dekomposisi Cholesky, ikuti langkah-langkah berikut</p> <p>1. ubahlah matriks A menjadi matriks L dan U</p> $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$ <p>Dimana <math>l_{ij} = u_{ji}</math>. Sehingga <math>l_{11} = u_{11}; l_{22} = u_{22}; l_{33} = u_{33}</math></p>

## 10. Tahap merancang dan melakukan evaluasi sumatif

Setelah dilakukan revisi, dilakukan uji efektif. Uji keefektifan digunakan untuk membuktikan apakah modul mampu mencapai tujuan yang telah ditetapkan atau tidak. Modul dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Sehingga, modul dikatakan efektif jika modul dapat meningkatkan hasil belajar. Pengukuran efektif dan tidaknya modul dilakukan dengan membandingkan skor awal dalam pretest dengan skor akhir dalam posttest. Uji efektif ini dimulai dengan uji normalitas. Data yang diolah adalah nilai pretest dan nilai posttest. Nilai posttest didapat dari rata-rata nilai 3 kuis pada setiap modul. Untuk uji normalitas, ditentukan terlebih dahulu selisih data pretest dan data posttest seperti yang ditampilkan pada tabel.

**Tabel 5.3** Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
Selisih Pretest dan Posttest	0.116	36	0.200

Hasil uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov Smirnov diperoleh nilai sig. 0.200. ini berarti bahwa nilai sig. > 0.05. Sehingga data dikatakan berdistribusi normal.

Selanjutnya dilakukan *paired sample test*. Pada Paired samples statistics, diperoleh tabel berikut ini.

**Tabel 5.4** Deskripsi Statistik pada Pretest dan Posttest

	Mean	N	Standar Deviasi	Standar Error Mean
Pair 1 Pretest	59.2222	36	12.56324	2.09387
Posttest	67.1389	36	16.57831	2.76305

Pada Tabel 5 diatas terlihat bahwa rata-rata hasil pretest pada 36 mahasiswa adalah 59.2222 dengan standar deviasi 12.56324. Sedangkan rata-rata hasil posttest adalah 67.1389 dengan standar deviasi 16.57831. Ini berarti bahwa terdapat perbedaan nilai hasil belajar yang lebih baik setelah belajar menggunakan modul.

**Tabel 5.5** Output Paired Sample t-Test

	Paired Difference						t	df	Sig. (2 tailed)
	Mean	St. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of The Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1 Pretest- Posttest	-7.91667	19.41614	3.23602	-14.48618	1.34719	-2.446	35	0.002	

Dasar pengambilan keputusan pada paired sample T-test adalah jika nilai sig. (2 tailed) < 0.05, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan modul. Namun, nilai sig. (2 tailed) > 0.05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan modul. Dari table diatas, diperoleh nilai sig. (2 tailed) 0.002. Nilai sig. (2 tailed) ini lebih kecil dari 0.05. Ini berarti, terdapat perbedaan hasil belajar sesudah dan sebelum menggunakan modul aljabar linier dan matriks. Perbedaan hasil belajar yang ditunjukkan pada analisa ini adalah terdapat perbedaan hasil belajar yang lebih baik dengan menggunakan modul aljabar linier dan matriks.

## 5.2 Luaran yang Dicapai

Setelah melalui tahapan penelitian yang telah dilakukan, luaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah modul Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks yang praktis, efektif dan efisien serta publikasi pada jurnal nasional terakreditasi.



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Modul aljabar linier dan matriks telah disusun berdasarkan tahapan Dick & Carey, meliputi tahap analisis kebutuhan, analisis instruksional, analisis mahasiswa dan konten, menulis tujuan kinerja, pengembangan instrument penilaian, pemilihan strategi pembelajaran, mengembangkan dan memilih bahan instruksional, merancang dan melakukan evaluasi formatif instruksi, revisi hingga melakukan evaluasi sumatif. Pada tahap evaluasi formatif diperoleh nilai 2.37 dengan kriteria valid dengan beberapa revisi sesuai saran validator. Pada tahap evaluasi formatif dilakukan uji efektif melalui uji normalitas dan *paired sample test* pada nilai pretest dan posttest. Hasilnya, terdapat perbedaan hasil belajar yang lebih baik dengan menggunakan modul aljabar linier dan matriks. Sehingga, modul dapat dikatakan efektif.

#### **6.2 Saran**

Setelah mendapat penilaian uji valid, uji praktis dan uji efektif pada modul, penelitian selanjutnya diharapkan mengembangkan modul untuk pokok bahasan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Athuman, J. J. (2017). Comparing the Effectiveness of an Inquiry-Based Approach to that of Conventional Style of Teaching in the Development of Students' Science Process Skills. *International Journal of Environmental & Science Education*, 1797-1816.
- Bell, R., Smentana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction. *The Science Teacher*, 30-31.
- Berman, A., & Shvartsman, L. (2016). Definitions are Important: The Case of Linear Algebra. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 26-32.
- Daryanto. (2013). *Menyusun Modul: Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam mengajar*. Yogyakarta: Gava Media.
- Dick, W. & Carey, L. (1996). *The Systematic Design of Instruction (4th ed.)*, New York: Harper Collins College Publishers
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan: Aplikasi pada Penelitian Pendidikan Indonesia*. Jember: Pena Salsabila
- Hutchinson, L. N., Freeman, G. J., Downey, H. K., & Kilbreath, L. (1992). Development and Evaluation of an Instructional Module to Promote Career Maturity for Youth with Learning Difficulties. *Canadian Journal of Counselling*, 290-299.
- Maile, A. C., & Cooper, S. M. (2018). *The CIMC Guide to Developing Modules for Self-Paced Learning: A Handbook for Teacher*. Stillwater, Oklahoma: Oklahoma Department of Career and Technology Education.
- Parta, I Nengah. 2009. *Pengembangan Model Pembelajaran Inquiry untuk Penghalusan Pengetahuan Matematika Mahasiswa Calon Guru melalui Pengajuan Pertanyaan*. Disertasi tidak diterbitkan. Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.
- Patil, A. M., & Sachin, S. K. (2017). Teaching Learning with Constructivist Approach. *International Journal of Engineering Development and Research*, 308-312.
- Rooney, C. (2012). How am I using inquiry-based learning to improve my practice and to encourage higher order thinking among my students of mathematics. *Educational Journal of Living Theories*, 99-127.

- Rufii, R. (2015). Developing Module on Constructivist Learning Strategies to Promote Students' Independence and Performance. *International Journal of Education*, 18-28.
- Ruhela, R. (2014). The Pain of the Slow Learners. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 193-200.
- Sanjaya, W. (2008). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Vasudevan, A. (2017). Slow learners – Causes, problems and educational programmes. *International Journal of Applied Research 2017*, 308-313.
- Woolfolk, A. (2011). *Educational Psychology: Active Learning Edition*. Boston: Pearson.
- Wu, J., Tseng, J., & Hwang, G. (2015). Development of an Inquiry-Based Learning Support System Based on an Intelligent Knowledge Exploration Approach. *Educational Technology & Society*, 282-300.

## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1**  
**INSTRUMEN PENELITIAN**

# SISTEM PERSAMAAN LINEAR

Sebuah garis dalam bidang  $-xy$  bisa disajikan secara aljabar dengan sebuah persamaan berbentuk

$$a_1x + a_2y = b$$

Sebuah persamaan jenis ini disebut persamaan linier dalam variabel  $x$  dan  $y$ . Secara umum kita mendefinisikan suatu persamaan linier dalam  $n$  variabel  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  sebagai suatu persamaan yang bisa disajikan dalam bentuk:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b$$

Dengan

$a_1, a_2, \dots, a_n$  disebut koefisien

$x_1, x_2, \dots, x_n$  disebut variabel

$b$  disebut suku konstan

Berikut ini merupakan contoh persamaan linier:

$$x + 3y = 7$$

$$y = \frac{1}{2}x + 3z + 1$$

$$x_1 - 2x_2 - 3x_3 + x_4 = 7$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots = x_n$$

Sedangkan berikut ini merupakan contoh bukan persamaan linier

$$x + 3y^2 = 7$$

$$3x + 2y - z + xz = 4$$

$$y - \sin x = 0$$

$$\sqrt{x_1} + 2x_2 + x_3 = 1$$

Perhatikan bahwa pada persamaan linier pangkat masing-masing variabel adalah satu. Persamaan tersebut tidak melibatkan hasil kali atau akar variabel dan variabelnya tidak muncul sebagai variabel bebas dari suatu fungsi (fungsi trigonometri, logaritma, eksponensial, dll).

**Penyelesaian persamaan linear** adalah himpunan bilangan terurut yang jika disubstitusikan ke dalam persamaan linear akan menjadi valid. Sebagai contoh, salah satu penyelesaian persamaan linear  $2x - 3y + z = 5$  adalah  $\{x = 1, y = 2, z = 9\}$ , tetapi  $\{x = 9, y = 1, z = 2\}$  bukanlah penyelesaian persamaan linear tersebut walaupun angka-angka dalam himpunan tersebut sama.

Sistem persamaan linear (sistem persamaan linier) ialah sebuah himpunan terhingga persamaan linear dalam variabel-variabel  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . Bentuk umum sistem persamaan linear ialah

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \end{aligned}$$

Sistem persamaan linear di atas mempunyai  $n$  variabel dan  $m$  persamaan. Sistem persamaan linier tersebut dapat kita nyatakan dalam bentuk perkalian matriks sebagai berikut:

$$AX = B$$

Dengan:

$$A(\text{matriks koefisien}) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

$$X(\text{matriks variabel}) = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}$$

$$B(\text{matriks suku konstan}) = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, sebuah sistem dengan  $m$  persamaan dan  $n$  variabel dapat disingkat dengan hanya menuliskan matriks koefisien ( $A$ ) yang diperluas dengan menambahkan satu kolom yang berisikan matriks suku konstan ( $B$ ) seperti berikut

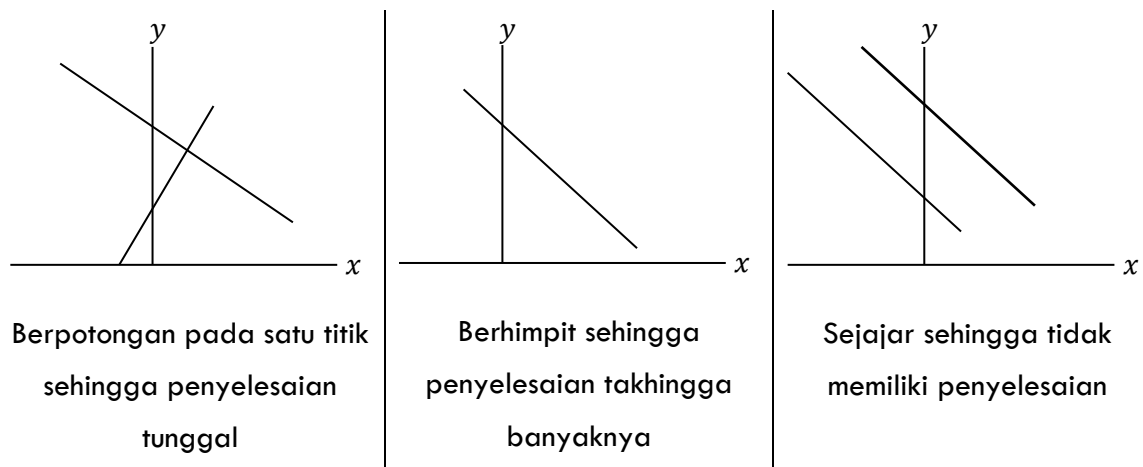
$$\left[ \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_m \end{array} \right]$$

Matriks ini disebut dengan matriks *augmented* atau matriks yang diperluas atau matriks yang diperbanyak.

**Penyelesaian sistem persamaan linear** adalah penyelesaian **setiap** persamaan linear yang terdapat dalam sistem persamaan linear tersebut. Terdapat tiga kemungkinan untuk penyelesaian sistem persamaan linear, yaitu:

1. penyelesaian tunggal jika matriks koefisien mempunyai determinan
2. penyelesaian tak hingga banyaknya jika
  - variabel lebih banyak dari persamaan, atau
  - matriks koefisien tidak mempunyai determinan
3. tidak ada penyelesaian, jika
  - salah satu persamaan merupakan kelipatan dari persamaan lainnya, atau
  - determinan dari matriks koefisien adalah 0

Ketiga kemungkinan penyelesaian sistem persamaan linier ini dapat digambarkan sebagai kombinasi dua buah garis pada bidang  $xy$  yaitu sebagai berikut.



**Gambar 1** Ketiga kemungkinan banyaknya penyelesaian sistem persamaan linear

Sistem persamaan linear yang mempunyai penyelesaian, baik penyelesaian tunggal maupun penyelesaian tak hingga banyaknya, disebut **konsisten**. Jika tidak mempunyai penyelesaian disebut **tak konsisten**. Untuk menemukan penyelesaian dari sistem persamaan linier, kita dapat menerapkan eliminasi Gauss, eliminasi Gauss-Jordan, invers matriks, dekomposisi matriks (metode Doolittle, metode Crout, dan metode Cholesky) dan aturan Cramer. Kita akan membahas masing-masing cara tersebut dalam modul ini.



## Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan menggunakan Eliminasi Gauss

Perhatikan beberapa contoh sistem persamaan linier berikut ini.

Contoh 1:

$$2x + y + 3z = 0$$

$$x + y + 2z = 2$$

$$x + 2z = 3$$

Contoh 2:

$$2x + y - 3z = 0$$

$$4x + 5y + z = 8$$

$$8x + 10y + 2z = 20$$

Contoh 3:

$$4x + 3y + 5z = 18$$


$$x - y + z = -5$$

$$-x + y - z = 5$$

Kita akan menentukan penyelesaian dari masing-masing sistem persamaan linier tersebut

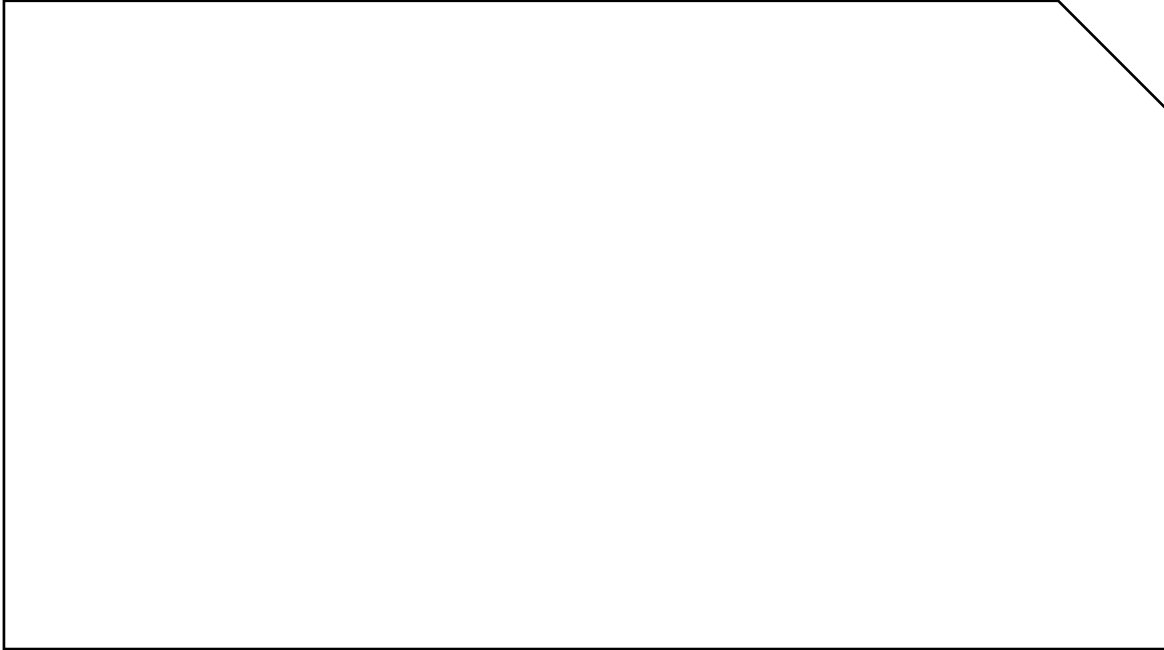
### LANGKAH 1

Langkah pertama untuk menemukan penyelesaian sistem persamaan linier adalah membentuk matriks *augmented*. Tuliskan matriks *augmented* dari sistem persamaan linier pada contoh 1-3.



## LANGKAH 2

Dari matriks *augmented* yang kita dapat pada langkah 1, kita bisa menentukan apakah sistem tersebut mempunyai penyelesaian atau tidak dengan melihat ciri-ciri yang telah dijelaskan. Sekarang, silahkan kalian tentukan banyaknya penyelesaian yang akan dihasilkan dari sistem persamaan linier 1-3 (berdasarkan tiga kemungkinan penyelesaian untuk sistem persamaan linier).



## LANGKAH 3

Eliminasi gauss adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan **matriks baris eselon**. Untuk menghasilkan matriks baris eselon, kita perlu melakukan Operasi Baris Elementer (OBE) pada matriks augmented. Untuk menjadi matriks baris eselon, sebuah matriks harus mempunyai sifat-sifat berikut ini:

1. jika suatu baris tidak seluruhnya terdiri dari nol, maka angka tak nol yang pertama dalam baris tersebut adalah angka satu, dan satu ini disebut **utama 1**;
2. jika ada sebarang baris yang seluruhnya terdiri dari nol, maka baris tersebut dikelompokkan bersama di bagian bawah matriks;
3. jika sebarang dua baris yang berurutan yang tidak seluruhnya terdiri dari nol, utama 1 pada baris yang lebih bawah terletak di sebelah kanan utama 1 dalam baris yang lebih atas.

Terdapat **tiga jenis operasi** yang dapat dilakukan dalam OBE, yaitu:

1. Menukarkan urutan dua baris
2. Mengalikan suatu baris dengan bilangan yang bukan nol
3. Menambahkan suatu baris dengan baris yang lainnya

#### LANGKAH 4

Tujuan kita melakukan OBE pada matriks *augmented* adalah agar matriks koefisien (A) menjadi matriks baris eselon. Berikut ini merupakan contoh matriks baris eselon

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Untuk mempermudah operasi baris elementer, lakukan langkah berikut ini

1. Ubahlah  $a_{21}$  menjadi 0
2. Ubahlah  $a_{31}$  menjadi 0
3. Ubahlah  $a_{32}$  menjadi 0

Tuliskan matriks *augmented* yang merupakan matriks dari sistem persamaan linier yang memiliki satu penyelesaian (hasil dari langkah 2). Tuliskan proses OBE dari matriks *augmented* tersebut, operasi dilakukan baik pada matriks koefisien maupun matriks suku konstan. Proses OBE berakhir jika matriks koefisien (A) sudah menjadi matriks baris eselon.

Dari matriks baris eselon diatas, kita memperoleh 3 persamaan baru, yaitu:

1. ....
2. ....
3. ....

Dari ketiga persamaan tersebut, kita bisa melakukan substitusi balik sehingga kita peroleh:

Dari persamaan 3

$$z = \dots$$

Dari persamaan 2

$$\dots y + \dots z = \dots$$

$$\dots y + \dots = \dots \quad (\text{substitusi persamaan 1 ke persamaan 2})$$

$$\dots y = \dots$$

$$y = \dots$$

Dari persamaan 1

$$\dots x + \dots y + \dots z = \dots$$

$$\dots x + \dots + \dots = \dots \quad (\text{substitusi persamaan 1 dan 2 ke persamaan 3})$$

$$\dots x = \dots$$

$$x = \dots$$

Dengan demikian kita memperoleh:

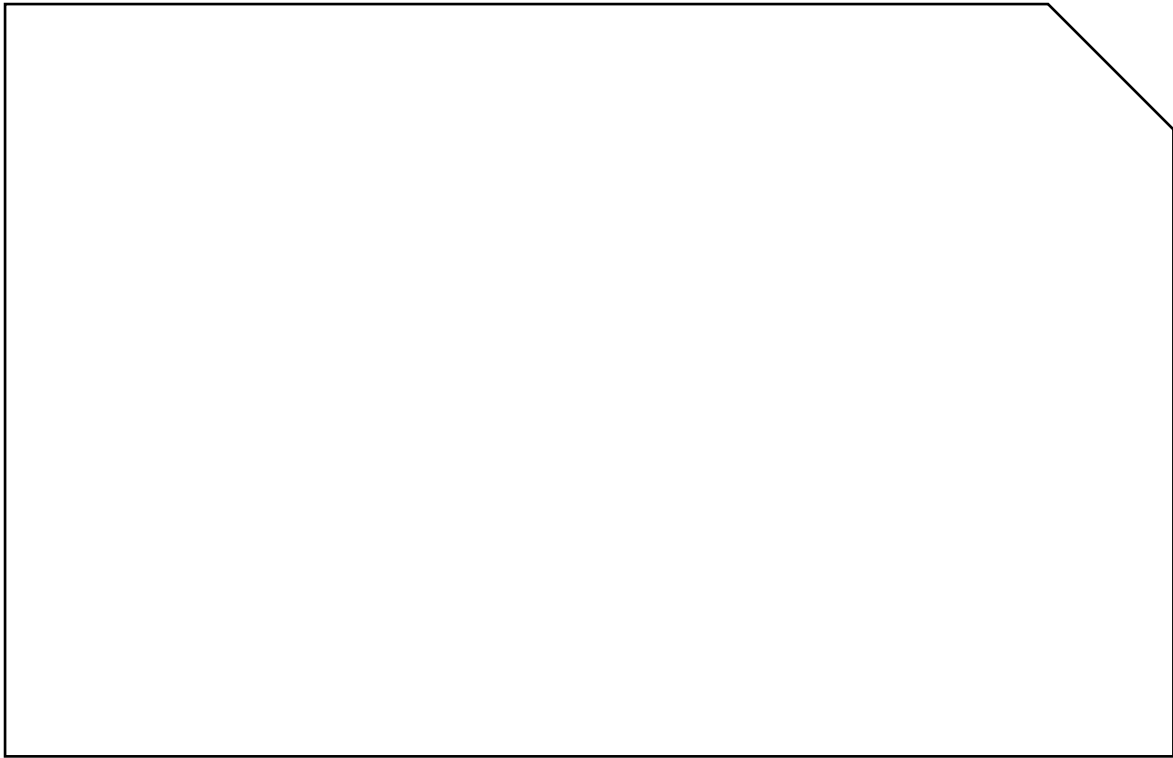
$$x = \dots$$

$$y = \dots$$

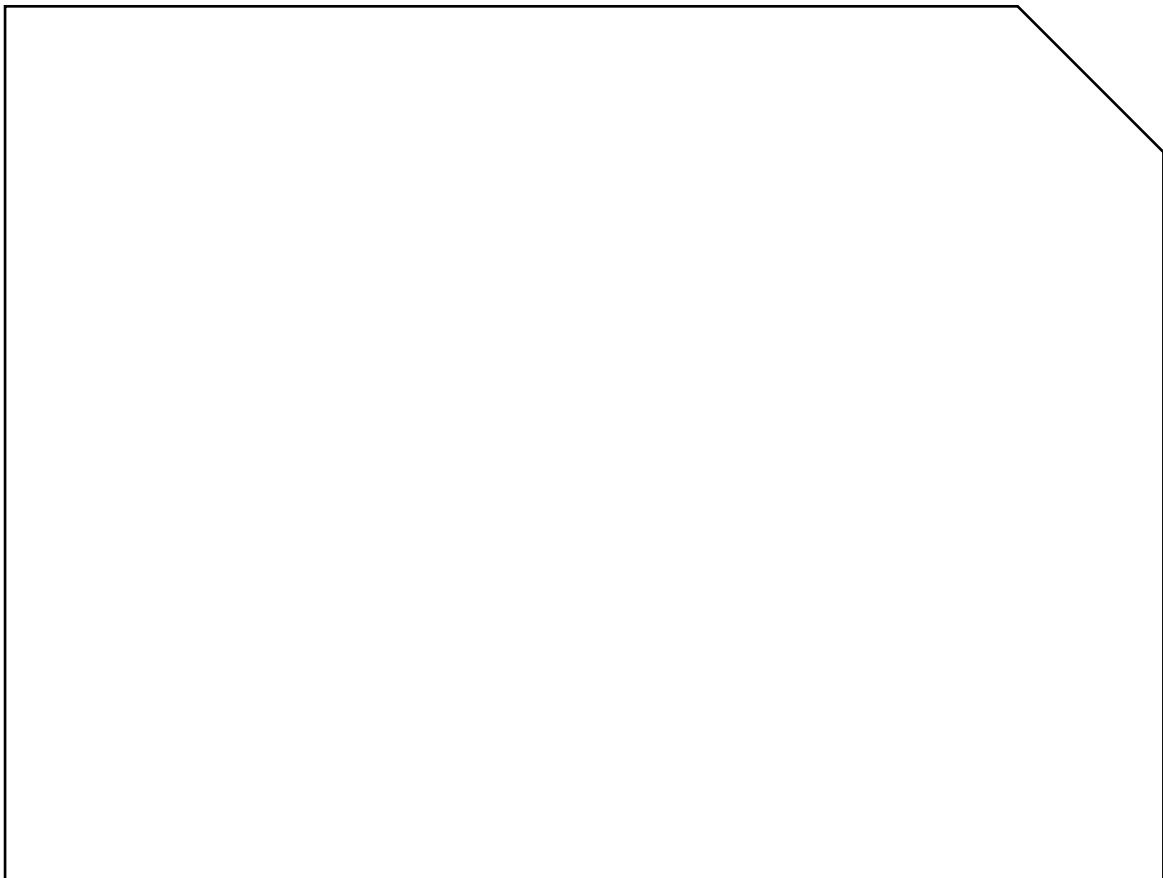
$$z = \dots$$

## LANGKAH 5

Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.



Jika sudah memperoleh penyelesaian yang benar, tuliskan kembali sistem persamaan linier tersebut lengkap dengan penyelesaian yang sudah ditemukan.



# Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan menggunakan Eliminasi Gauss-Jordan

\*Langkah 1 dan 2 seperti pada metode eliminasi Gauss

## LANGKAH 3

Eliminasi Gauss Jordan adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan **matriks baris eselon tereduksi**. Matriks baris eselon tereduksi memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. pada setiap baris, entri tak-nol yang pertama adalah satu yang disebut dengan **satu utama**,
2. jika terdapat baris nol, maka baris tersebut diletakkan pada baris yang terbawah,
3. pada dua baris yang berurutan letak satu utama pada baris yang lebih bawah terletak lebih ke kanan,
4. pada setiap kolom jika terdapat satu utama, entri-entri yang lain adalah nol.

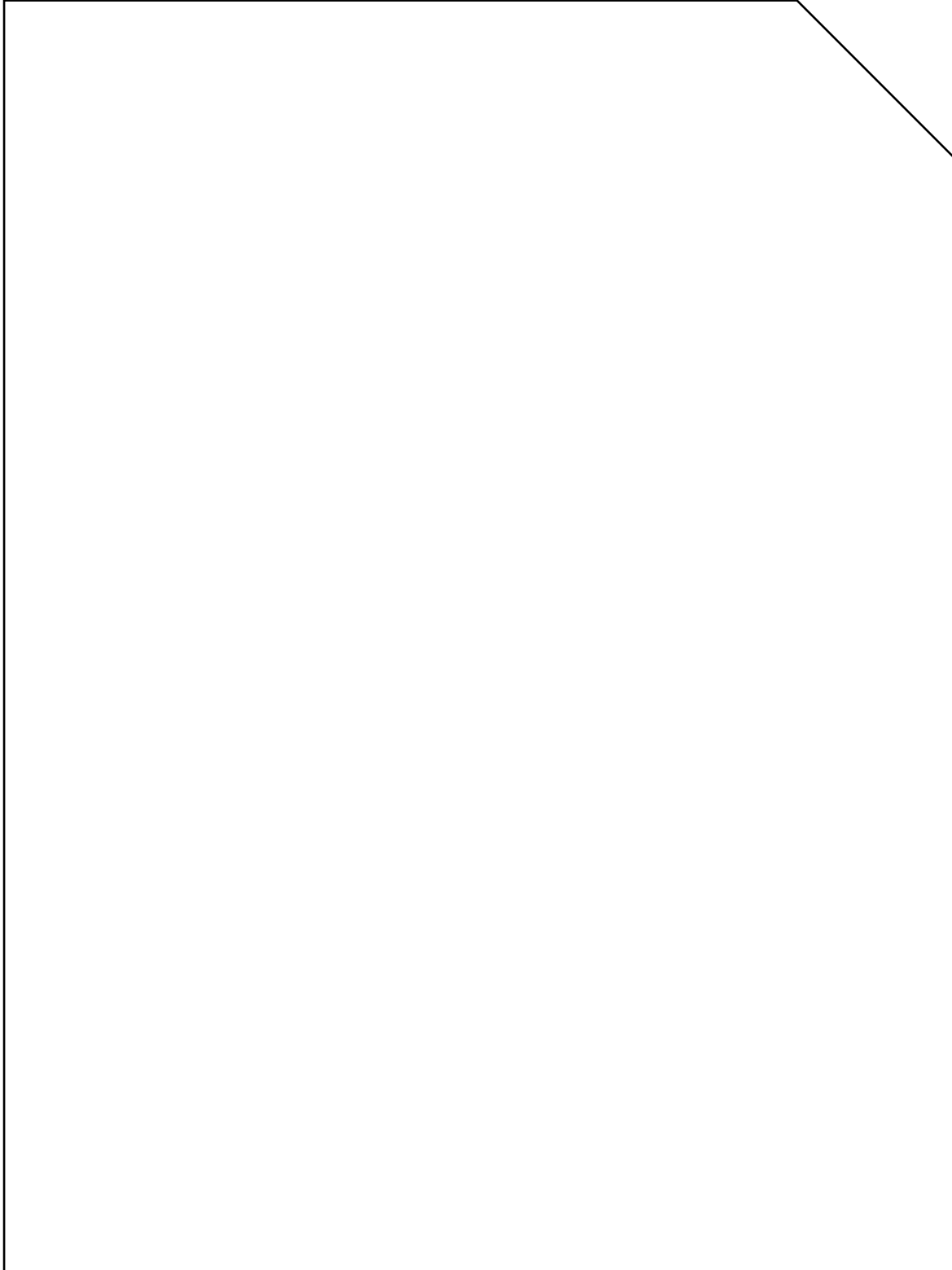
Jika kita perhatikan, sifat-sifat matriks baris eselon tereduksi hanya berbeda pada sifat keempat saja. Oleh karena itu, sama halnya dengan menentukan matriks baris eselon, untuk menghasilkan matriks baris eselon tereduksi juga diperoleh melalui operasi baris elementer.

## LANGKAH 4

Kita akan melakukan OBE pada matriks *augmented* sehingga matriks koefisien ( $A$ ) menjadi matriks baris eselon tereduksi. Untuk mempermudah operasi baris elementer, lakukan langkah berikut ini

1. Ubahlah  $a_{11}$  menjadi bilangan 1
2. Ubahlah  $a_{21}$  menjadi bilangan 0
3. Ubahlah  $a_{31}$  menjadi bilangan 0
4. Ubahlah  $a_{22}$  menjadi bilangan 1
5. Ubahlah  $a_{12}$  menjadi bilangan 0
6. Ubahlah  $a_{32}$  menjadi bilangan 0
7. Ubahlah  $a_{33}$  menjadi bilangan 1
8. Ubahlah  $a_{13}$  menjadi bilangan 0
9. Ubahlah  $a_{23}$  menjadi bilangan 0

Langkah 1, 2, 3, 4, 6, dan 7 telah kita kerjakan pada metode eliminasi Gauss. Sehingga kita hanya perlu mengerjakan langkah 5, 8, dan 9. Tuliskan kembali langkah 1, 2, 3, 4, 6, 7 yang telah kita kerjakan pada metode eliminasi Gauss dan lanjutkan dengan langkah 5, 8 dan 9 sehingga diperoleh matriks baris eselon tereduksi.



Dari proses OBE yang telah kita lakukan, kita peroleh matriks baris eselon tereduksi sebagai berikut:

$$\left[ \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & \dots \end{array} \right]$$

$A$                    $B$

Kita ketahui bahwa perkalian matriks koefisien dengan matriks variabel akan menghasilkan matriks suku konstan. Sekarang, kalikanlah matriks A di atas dengan matriks variabel yang sesuai dengan soal yang anda kerjakan. Tuliskan perkalian dan hasilnya pada kotak berikut.

Dari hasil perkalian matriks koefisien dengan matriks variabel, diperoleh 3 persamaan yaitu:

$$x = \dots$$

$$y = \dots$$

$$z = \dots$$

### LANGKAH 5

Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.



Jika sudah memperoleh penyelesaian yang benar, tuliskan kembali sistem persamaan linier tersebut lengkap dengan penyelesaian yang sudah ditemukan.

# Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Menggunakan Invers Matriks

Matriks bujur sangkar,  $A = [a_{ij}]$  dengan  $i = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$ , disebut mempunyai invers jika terdapat matriks  $A^{-1}$  sedemikian rupa sehingga

$$AA^{-1} = A^{-1}A = I$$

Di mana  $I$  matriks satuan atau bisa juga disebut matriks identitas. Jika  $A$  mempunyai invers maka inversnya tunggal (unik).

Jika suatu sistem persamaan linier mempunyai satu penyelesaian, kita bisa menemukan penyelesaian tersebut dengan invers matriks. Invers matriks dapat ditentukan dengan menggunakan OBE dan minor kofaktor.

## Menentukan Invers Matriks dengan Operasi Baris Elementer

### LANGKAH 1

Langkah-langkah menentukan invers matriks dengan operasi baris elementer

1. Menentukan matriks  $A$  yang merupakan matriks koefisien

$$A = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

2. Menuliskan matriks yang diperbanyak yang berbentuk  $\begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & 1 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 & 1 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  (isi tiga

kolom pertama diisi dengan matriks  $A$ ) yang akan dioperasikan dengan operasi baris

elementer sehingga menjadi matriks dengan bentuk  $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & 0 & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 1 & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$  (tiga kolom

terakhir merupakan matriks invers dari  $A$  atau kita sebut  $A^{-1}$ )

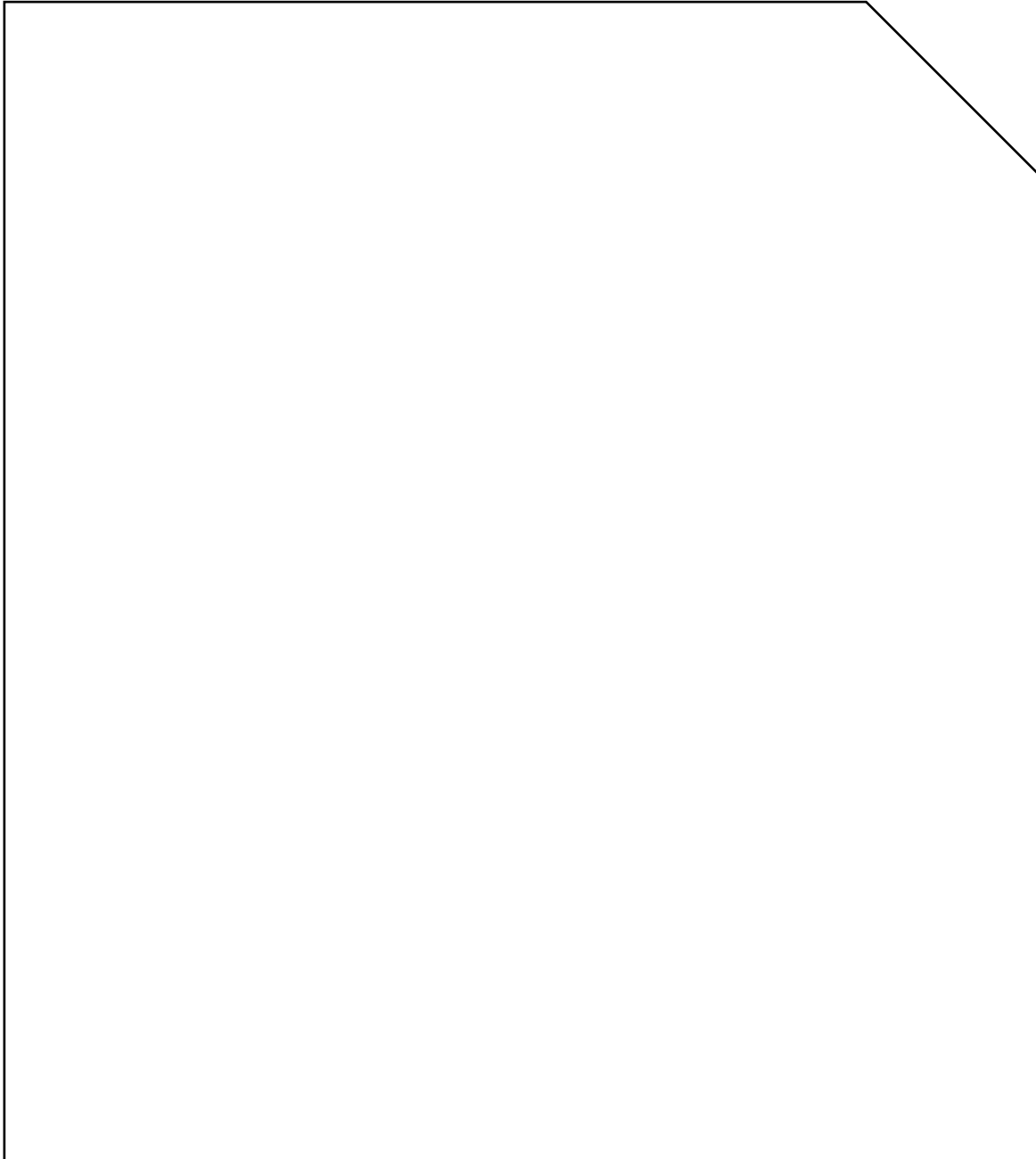
3. Menerapkan operasi baris elementer

Untuk mempermudah operasi baris elementer, lakukan langkah berikut ini

- a) Ubahlah baris 1 kolom 1 menjadi bilangan 1
- b) Ubahlah baris 2 kolom 1 dan baris 3 kolom 1 menjadi 0
- c) Ubahlah baris 2 kolom 2 menjadi bilangan 1

- d) Ubahlah baris 1 kolom 2 dan baris 3 kolom 2 menjadi 0
- e) Ubahlah baris 3 kolom 3 menjadi bilangan 1
- f) Ubahlah baris 2 kolom 3 dan baris 1 kolom 3 menjadi 0

Tuliskan setiap tahapan tersebut pada kotak berikut



4. Tuliskan invers matriks dari matriks A

### Menentukan Invers Matriks dengan Minor Kofaktor

Minor  $|M_{ij}|$  adalah determinan dari submatriks yang dibentuk dengan menghapus baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$  dari matriks tersebut. Dimana  $|M_{11}|$  adalah minor dari  $a_{11}$ ;  $|M_{12}|$  adalah minor dari  $a_{12}$  dan  $|M_{13}|$  adalah minor dari  $a_{13}$  dan seterusnya.

$$|M_{11}| = \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \quad |M_{12}| = \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} \quad |M_{13}| = \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}$$

Apabila suatu minor diberi tambahan tanda  $(-1)^{i+j}$ , maka disebut kofaktor  $|C_{ij}|$ . Maka

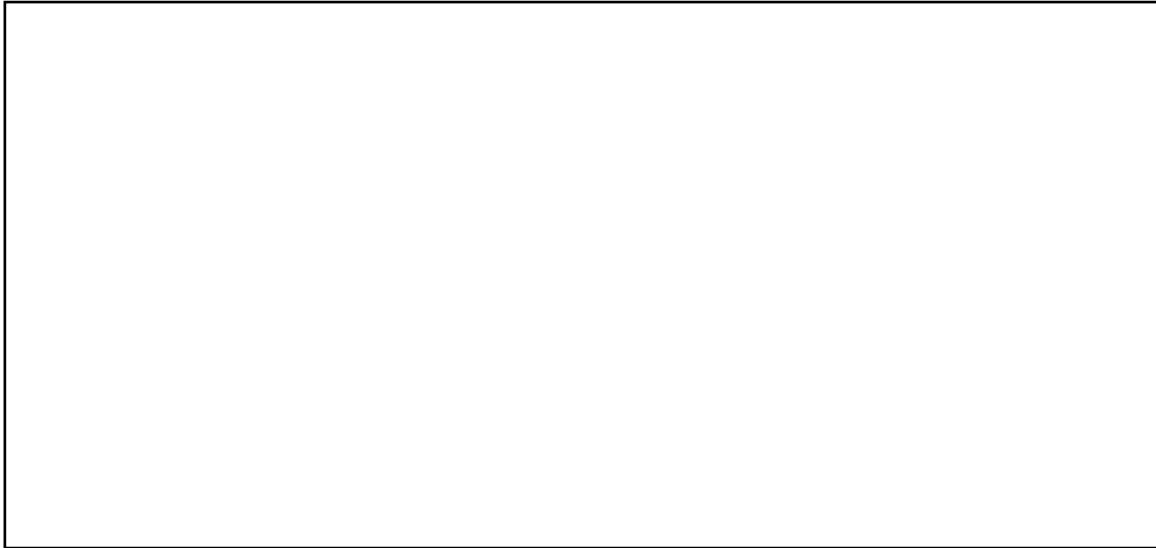
$$|C_{ij}| = (-1)^{i+j} |M_{ij}|;$$

jika jumlah  $i + j$  genap maka  $|C_{ij}| = |M_{ij}|$ , karena  $(-1)$  dipangkatkan dengan bilangan genap akan sama dengan 1. Sedangkan jika jumlah  $i + j$  adalah ganjil maka  $|C_{ij}| = -|M_{ij}|$ , karena jika  $(-1)$  dipangkatkan dengan bilangan negatif maka hasilnya akan sama dengan  $(-1)$ .

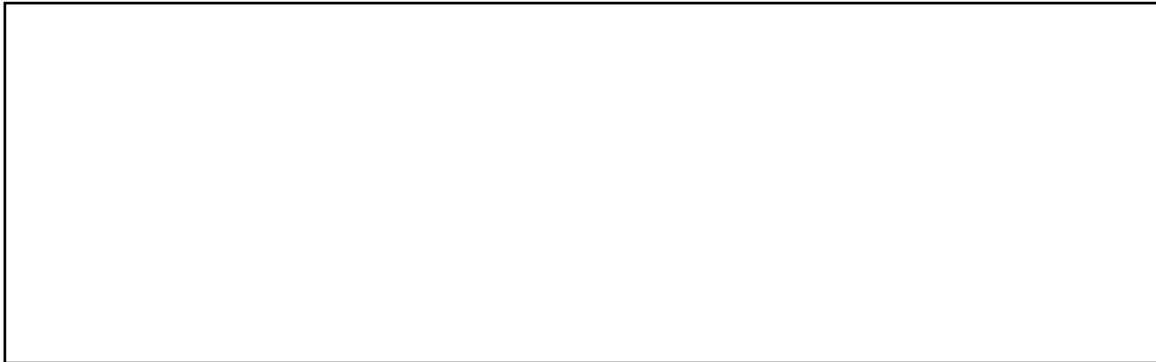
Untuk menemukan invers matriks menggunakan minor kofaktor, ikuti langkah berikut:

1. Tuliskan matriks A (matriks koefisien dari sistem persamaan linier)

2. Cari semua minor matriks dan tuliskan  $M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{21}, M_{22} \dots$



3. Cari semua kofaktor  $C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{21}, C_{22}, \dots$



4. Susunlah semua kofaktor menjadi suatu matriks



5. Tentukan transpose matriks kofaktor.



6. Invers matriks adalah hasil perhitungan  $\frac{1}{\det A} \cdot Adj A$  (adjoin dari matriks  $A$  adalah hasil transpose matriks kofaktor)

Untuk menemukan penyelesaian sistem persamaan linier menggunakan invers matriks, lakukan langkah-langkah berikut:

1. Menuliskan matriks koefisien  $A$

$$A = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

Menuliskan matriks variabel  $X$

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

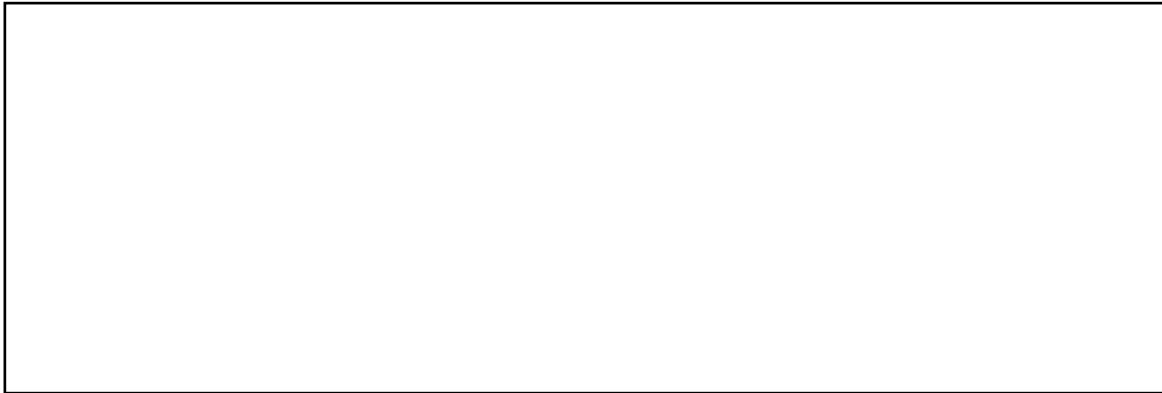
Menuliskan matriks konstanta  $B$

$$B = \begin{bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}$$

2. Tuliskan  $A^{-1}$  yang telah kalian temukan

3. Bentuklah matriks-matriks yang telah kalian temukan menjadi persamaan berikut. Kemudian gunakan operasi perkalian matriks.

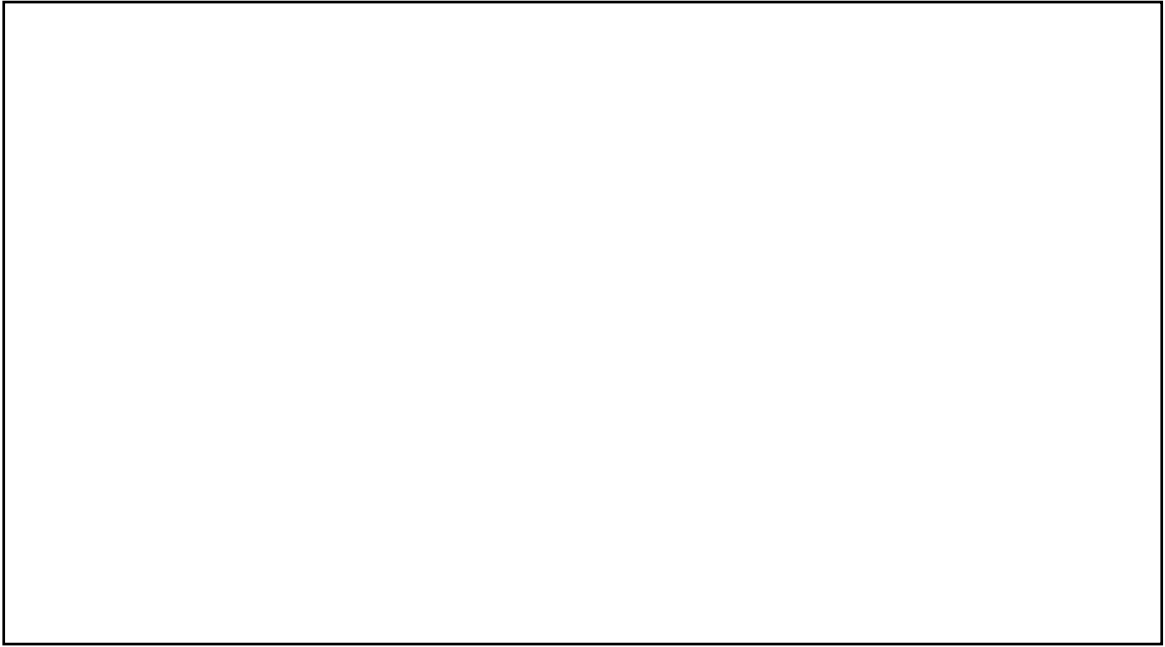
$$X = A^{-1}B$$



Dari hasil perkalian tersebut, kita memperoleh

$$x = \dots \quad y = \dots \quad z = \dots$$

4. Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.



5. Tuliskan kembali sistem persamaan linier yang telah kamu cari penyelesaiannya lengkap dengan penyelesaian yang kamu temukan





# Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan menggunakan Dekomposisi

Penyelesaian sistem persamaan linier dapat diperoleh dengan cara terlebih dahulu mendekomposisi matriks tersebut menjadi matriks segitiga bawah ( $L$ ) dan matriks segitiga atas ( $U$ ).

$$\boxed{A = LU}$$
$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$$

Ada 3 macam dekomposisi, yaitu:

- (1) hasil dekomposisi dengan cara Crout,
- (2) hasil dekomposisi dengan cara doolittle,
- (3) hasil dekomposisi dengan cara cholesky.

Langkah pertama untuk menentukan penyelesaian dari suatu sistem persamaan linier adalah dengan menuliskan koefisien pada matriks  $A$ , variabel pada matriks  $X$ , dan konstanta pada matriks  $B$  seperti pada pembahasan menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan invers matriks.

## Menentukan Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Hasil Dekomposisi Crout

Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan hasil dekomposisi Crout ikuti langkah-langkah berikut.

1. Ubahlah matriks  $A$  menjadi matriks  $L$  dan  $U$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} 1 & u_{12} & u_{13} \\ 0 & 1 & u_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Jika  $A = LU$ , tentukan  $A$  sebagai hasil kali matriks  $L$  dan matriks  $U$



2. Dari kesamaan dua matriks tersebut, diperoleh formula berikut

Perkalian matriks tahap 1:

- Perkalian baris 1 matriks L dengan kolom 1 matriks U  
 $l_{11} = a_{11} = \dots$
- Perkalian baris 2 matriks L dengan kolom 1 matriks U  
 $l_{21} = \dots$
- Perkalian baris 3 matriks L dengan kolom 1 matriks U  
 $l_{31} = \dots$

Perkalian matriks tahap 2:

- Perkalian baris 1 matriks L dengan kolom 2 matriks U  
 $l_{11}u_{12} = a_{12} \rightarrow u_{12} = \dots$
- Tentukan  $l_{22}$  dengan melakukan perkalian baris 2 matriks L dengan kolom 2 matriks U  
.....
- Tentukan  $l_{32}$  dengan melakukan perkalian baris 3 matriks L dengan kolom 2 matriks U  
.....

Perkalian matriks tahap 3:

- Tentukan  $u_{13}$  dengan melakukan perkalian baris 1 matriks L dengan kolom 3 matriks U  
.....
- Tentukan  $u_{23}$  dengan melakukan perkalian baris 2 matriks L dengan kolom 3 matriks U  
.....
- Tentukan  $l_{33}$  dengan melakukan perkalian baris 3 matriks L dengan kolom 3 matriks U  
.....

3. Tuliskan hasil perhitungan kalian dalam matriks  $L$  dan  $U$

$$L = \begin{bmatrix} \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \text{ dan } U = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots \\ 0 & 1 & \dots \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4. Jika terdapat matriks  $Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$ , bentuklah persamaan  $LY = B$  dan tentukan matriks  $L$ !

5. Bentuklah persamaan  $UX = Y$  dan tentukan matriks  $X$ , yang merupakan penyelesaian dari sistem persamaan linier yang dimaksud!

Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.

6. Tuliskan kembali sistem persamaan linier yang telah kamu cari penyelesaiannya lengkap dengan penyelesaian yang kamu temukan

### Menentukan Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Hasil Dekomposisi Doolittle

Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan hasil dekomposisi Doolittle, ikuti langkah-langkah berikut.

1. ubahlah matriks  $A$  menjadi matriks  $L$  dan  $U$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ l_{21} & 1 & 0 \\ l_{31} & l_{32} & 1 \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$$

Jika  $A = LU$ , tentukan  $A$  sebagai hasil kali matriks  $L$  dan matriks  $U$

2. Dari kesamaan dua matriks tersebut, diperoleh formula berikut

3. Tuliskan hasil perhitungan kalian dalam matriks  $L$  dan  $U$

$$L = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \text{ dan } U = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

4. Jika terdapat matriks  $Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$ , bentuklah persamaan  $LY = B$  dan tentukan matriks  $Y$ !

5. Bentuklah persamaan  $UX = Y$  dan tentukan matriks  $X$ , yang merupakan penyelesaian dari sistem persamaan linier yang dimaksud!

Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.

6. Tuliskan kembali sistem persamaan linier yang telah kamu cari penyelesaiannya lengkap dengan penyelesaian yang kamu temukan

## Menentukan Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Hasil Dekomposisi Cholesky

Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan hasil dekomposisi Cholesky, ikuti langkah-langkah berikut

1. ubahlah matriks  $A$  menjadi matriks  $L$  dan  $U$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$$

dengan syarat  $l_{ii} = U_{ii}$  sehingga  $l_{11} = U_{11}$ ;  $l_{22} = U_{22}$ ;  $l_{33} = U_{33}$

2. Dari kesamaan dua matriks tersebut, diperoleh formula berikut

3. Tuliskan hasil perhitungan kalian dalam matriks  $L$  dan  $U$

$$L = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \text{ dan } U = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

4. Jika terdapat matriks  $Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$ , bentuklah persamaan  $LY = B$  dan tentukan matriks  $L$ !

5. Bentuklah persamaan  $UX = Y$  dan tentukan matriks  $X$ , yang merupakan penyelesaian dari sistem persamaan linier yang dimaksud!

Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.



6. Tuliskan kembali sistem persamaan linier yang telah kamu cari penyelesaiannya lengkap dengan penyelesaian yang kamu temukan

## Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Menggunakan Aturan Cramer

Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan menggunakan aturan Cramer dibutuhkan materi determinan. Ada 6 cara menentukan determinan, yaitu:

- (1) Cara Sarrus
- (2) Metode Minor dan Kofaktor
  - Berbasis baris matriks
  - Berbasis kolom matriks
- (3) Metode CHIO
- (4) Eliminasi Gauss
  - Dengan menggunakan segitiga atas
  - Dengan menggunakan segitiga bawah
- (5) Dekomposisi matriks
  - Hasil dekomposisi Crout
  - Hasil dekomposisi Dolittle
  - Hasil dekomposisi Cholesky

Menuliskan matriks koefisien  $A$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

Menuliskan matriks suku konstan  $B$

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}$$

Menentukan matriks  $Ax_1$  dengan mengganti semua anggota kolom 1 pada matriks  $A$  dengan anggota pada matriks  $B$  sehingga

$$Ax_1 = \begin{bmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phantom{b_1} & \phantom{a_{12}} & \phantom{a_{13}} \\ \phantom{b_2} & \phantom{a_{22}} & \phantom{a_{23}} \\ \phantom{b_3} & \phantom{a_{32}} & \phantom{a_{33}} \end{bmatrix}$$

Menentukan matriks  $Ax_2$  dengan mengganti semua anggota kolom 2 pada matriks  $A$  dengan anggota pada matriks  $B$  sehingga

$$Ax_2 = \begin{bmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phantom{a_{11}} & \phantom{b_1} & \phantom{a_{13}} \\ \phantom{a_{21}} & \phantom{b_2} & \phantom{a_{23}} \\ \phantom{a_{31}} & \phantom{b_3} & \phantom{a_{33}} \end{bmatrix}$$

Menentukan matriks  $Ax_3$  dengan mengganti semua anggota kolom 3 pada matriks  $A$  dengan anggota pada matriks  $B$  sehingga

$$Ax_3 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phantom{a_{11}} & \phantom{a_{12}} & \phantom{b_1} \\ \phantom{a_{21}} & \phantom{a_{22}} & \phantom{b_2} \\ \phantom{a_{31}} & \phantom{a_{32}} & \phantom{b_3} \end{bmatrix}$$

Tentukan determinan dari matriks  $A, Ax_1, Ax_2$  dan,  $Ax_3$ !

Penyelesaian sistem persamaan linier diperoleh dari

$$x_1 = \frac{\det A_{x_1}}{\det A} = \dots$$

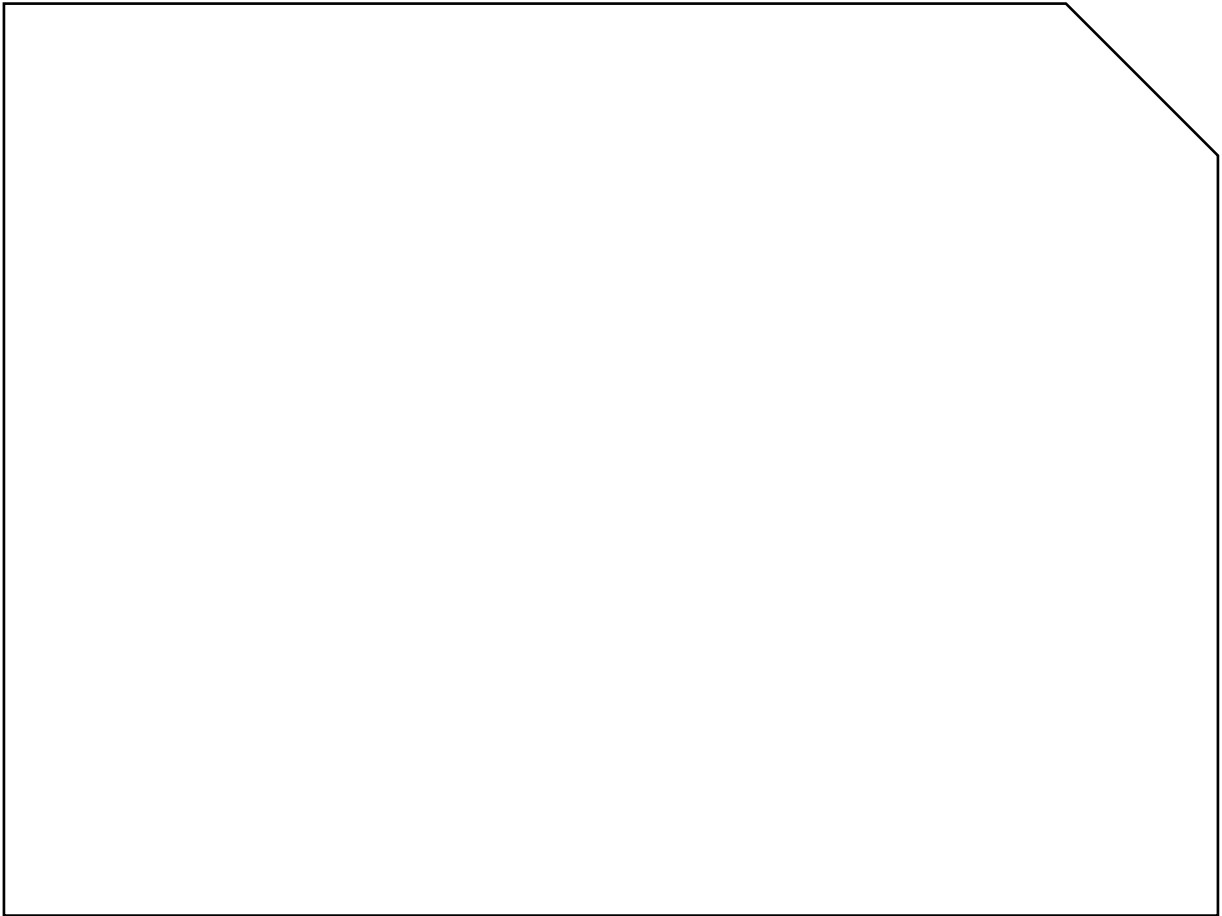
$$x_2 = \frac{\det A_{x_2}}{\det A} = \dots$$

$$x_3 = \frac{\det A_{x_3}}{\det A} = \dots$$

#### LANGKAH 5

Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.

Jika sudah memperoleh penyelesaian yang benar, tuliskan kembali sistem persamaan linier tersebut lengkap dengan penyelesaian yang sudah ditemukan.



## **LAMPIRAN 2**

### **PERSONALIA TENAGA PELAKSANA**

No	Nama / NIDN	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Siti Aminah / 0715118901	Pendidikan Matematika	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat perencanaan dan strategi pengerjaan penelitian, dengan mengkoordinasikan pada anggota tim. Menyusun jadwal koordinasi dan topik bahasan penelitian serta tujuan akhir yang harus dicapai dari penelitian ini, termasuk didalamnya memberikan tugas dan tanggung jawab yang harus dikerjakan oleh anggota tim.</li> <li>• mencari serangkaian solusi untuk mengatasi masalah dalam rancangan sistem.</li> <li>• menentukan batasan-batasan permasalahan.</li> <li>• mengidentifikasi keterampilan-keterampilan yang diperlukan dalam pengembangan modul</li> <li>• merumuskan indikator-indikator pencapaian tujuan pembelajaran</li> <li>• Menentukan indikator tes (<i>pretes</i> dan <i>posttes</i>)</li> <li>• Menentukan kisi-kisi tes</li> <li>• Menentukan rubrik penilaian</li> <li>• Mendesain draft rancangan</li> <li>• Melakukan pengecekan apakah draft rancangan sudah sesuai dengan format yang dipilih</li> </ul>
2	Nira Radita / 0706128703	Pendidikan Matematika	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• melakukan pengumpulan data dijalankan melalui wawancara langsung kepada bagian-bagian yang terkait. Dan melakukan observasi langsung ke subyek penelitian di tambah dari referensi yang sudah ada.</li> <li>• Mencari dan memilih buku-buku referensi materi sistem persamaan linier yang sesuai untuk mahasiswa jurusan Teknik informatika</li> <li>• Melakukan studi kajian dari sumber-sumber buku dan internet mengenai pembelajaran inkuiri, kelemahannya, solusi untuk mengatasi kelemahan tersebut, dan teori/metode lain yang terkait yang berhubungan dengan penelitian ini</li> <li>• Membantu menentukan indikator tes (<i>pretest</i> dan <i>posttest</i>)</li> <li>• Menyusun kartu soal</li> <li>• Membantu menentukan rubrik penilaian</li> <li>• Membantu mendesain draft rancangan</li> </ul>

No	Nama / NIDN	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
3	M. Bima Indra Kusuma	Teknik Informatika	1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Observer penelitian</li></ul>
4	Charles Andre H.	Desain Komunikasi Visual	1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desain modul</li></ul>

**LAMPIRAN 3**  
**ARTIKEL ILMIAH**



## **PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN ALJABAR LINIER DAN MATRIKS DENGAN PENDEKATAN INKUIRI UNTUK MAHASISWA TEKNIK INFORMATIKA**

Siti Aminah<sup>1</sup>, Nira Radita<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> STIKI Malang  
sitiaminah@stiki.ac.id

### **Abstract**

In the learning process, not every individual has the same ability to build knowledge in the learning process. Some of them are fast learner, while others are slow learners. To overcome the fact that in a learning process there are slow learner and fast learner, should be thought a procedure that can accommodate all types of learner, so that the learning objectives achieved optimally. Using module for learning can be done to accommodate the fast learners and slow learners. The purpose of this research is to develop learning module based on the constructivist theory of inquiry approach. This module is limited at solving the system of linear equations in the subject of Linear Algebra and Matrix. This learning module developed by adapting Dick & Carey model. Then, the modules are tested by an expert to get valid criteria And tested using normality and paired sample test to achieve effectiveness. The result of this study is a learning module that achieve valid and effective criteria.

**Keywords:** Linear Algebra, Mathematics Module, Informatics Engineering, inquiry

### **Abstrak**

Pada proses belajar mengajar, tidak semua individu yang melaksanakan proses pembelajaran memiliki kemampuan yang sama dalam membangun pengetahuannya. Beberapa individu merupakan tipe pembelajar cepat (fast learner), sedangkan beberapa lainnya merupakan tipe pembelajar lambat (slow learner). Untuk mengatasi fakta bahwa dalam suatu kegiatan pembelajaran terdapat pembelajar lambat dan pembelajar cepat, perlu dipikirkan suatu prosedur yang dapat mengakomodasi semua tipe pembelajar, sehingga tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan optimal. Dengan menggunakan modul dalam pembelajaran dapat mengakomodasi pembelajar cepat dan pembelajar lambat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan modul disusun berdasarkan teori konstruktivis dengan pendekatan inkuiri. Modul ini dibatasi pada materi penyelesaian sistem persamaan linier pada mata kuliah Aljabar Linier dan Matriks. Pengembangan modul pembelajaran ini dikembangkan dengan mengadaptasi Dick & Carey. Modul yang telah dikembangkan ini diuji berdasarkan kriteria valid dan efektif. Selanjutnya, modul diuji kepada validator supaya valid dan diuji keefektifannya melalui uji normalitas dan paired sample test. Hasilnya, modul telah valid dan efektif.

**Kata kunci:** Aljabar linier, Modul Matematika, Teknik Informatika, inkuiri

**Cara Menulis Sitasi:** Aminah, Siti., Radita, Nira. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Aljabar Linier dan Matriks dengan Pendekatan Inkuiri untuk Mahasiswa Teknik Informatika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, nomor volume (nomor issue), halaman.

---

Sistem pembelajaran sedang bertransformasi dari pembelajaran dengan teori behavioris menuju pembelajaran dengan teori konstruktivis. Teori konstruktivis memiliki prinsip bahwa pembelajaran adalah proses dimana seorang individu membangun pengetahuan melalui pembelajaran aktif, pembelajaran melalui proses berpikir, pembelajaran bermakna dan pembelajaran dengan bereksplorasi (Patil & Sachin, 2017). Pada kenyataannya, tidak semua individu yang melaksanakan proses pembelajaran memiliki kemampuan yang sama dalam membangun pengetahuannya. Beberapa

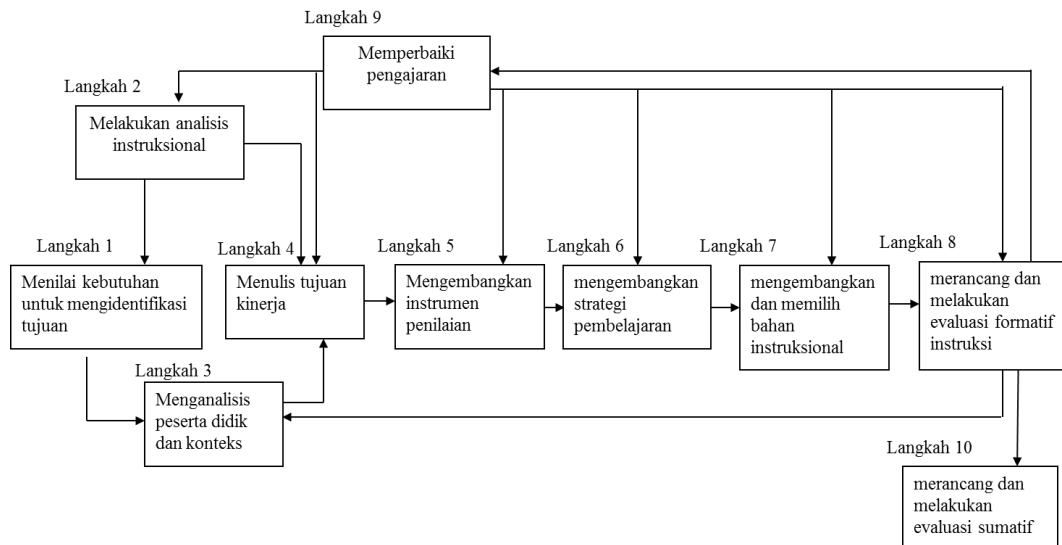
individu merupakan tipe pebelajar cepat (*fast learner*) sedangkan beberapa lainnya merupakan tipe pebelajar lambat (*slow learner*).

Pebelajar lambat (*slow learner*) bukan merupakan pebelajar dengan disabilitas melainkan pebelajar yang membutuhkan pembelajaran khusus dikarenakan pebelajar tersebut memiliki kelemahan dalam berpikir, menemukan hubungan, penalaran, pengembangan konsep bilangan dan bahasa, serta ingatan (Ruhela, 2014). Pebelajar lambat memerlukan waktu yang lebih banyak dalam mengakuisisi kemampuannya dan akan lebih bermanfaat jika kegiatan pembelajaran dilakukan dengan terarah (Vasudevan, 2017). Sebaliknya, pebelajar cepat (*fast learner*) membutuhkan waktu yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pebelajar lainnya dalam berpikir, bernalar, membuat hubungan dan mengingat. Untuk mengatasi fakta bahwa dalam suatu kegiatan pembelajaran terdapat pebelajar lambat dan pebelajar cepat, perlu dipikirkan suatu prosedur yang dapat mengakomodasi semua tipe pebelajar, sehingga tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan optimal. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengakomodasi pebelajar cepat dan pebelajar lambat adalah pelaksanaan kegiatan pembelajaran dengan memanfaatkan modul pembelajaran.

Modul pembelajaran memuat pengalaman pembelajaran yang tersusun secara sistematis dan koheren dengan tujuan pembelajaran dan kriteria penilaian yang mengharuskan pebelajar untuk berinteraksi secara aktif dengan objek pembelajaran, melalui beberapa aktivitas yang harus dilakukan dan memperoleh umpan balik tentang apa yang mereka kerjakan. Modul disusun dengan teori konstruktivis sehingga modul tersebut dapat membantu pebelajar untuk memahami dan mempelajari serta memfasilitasi aktivitas pebelajar pada proses pembelajaran (Rufii, 2015). Pendekatan konstruktivis yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode inkuiri. Pendekatan inkuiri merupakan metode pembelajaran yang efektif yang mampu mengakomodasi pebelajar dengan tipe belajar yang berbeda, selain itu pebelajar dapat belajar dengan baik jika kegiatan pembelajaran memungkinkan mereka untuk terlibat secara aktif dalam aktivitas pembelajaran (Athuman, 2017). Modul ini diterapkan pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks karena mata kuliah ini memiliki tingkat kesulitan yang tinggi bagi beberapa mahasiswa (Berman & Shvartsman, 2016) sedangkan mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib dimana konsep-konsep dasar ditanamkan sebagai dasar untuk perkuliahan pada mata kuliah lainnya. Dari penjelasan diatas, peneliti melakukan penelitian pengembangan dengan rumusan masalah bagaimanakah mengembangkan modul pembelajaran pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks dengan pendekatan inkuiri pada mahasiswa Teknik Informatika.

**METODE** (Gunakan Microsoft Word template style: *Heading 1*)

Modul pembelajaran ini dikembangkan dengan mengadaptasi Dick & Carey (1996) dengan tahapan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Tahapan pengembangan menurut Dick and Carey

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar validasi, lembar soal pretest dan lembar soal posttest. Validasi dilakukan dengan 2 validator yang merupakan dosen matematika pada Program Studi Teknik Informatika, satu dosen dari STIKI Malang dan satu dosen lainnya dari STMIK ASIA Malang. Hasil validasi dihitung dengan menggunakan skor rata-rata yang dikembangkan Hobri (2010:52) dengan penentuan kriteria tingkat kevalidan menurut Parta (2009:71).

Tabel 1. Kriteria Kevalidan

Interval	Tingkat Kevalidan	Keputusan
$2 \leq \bar{V}_a \leq 3$	Valid	Tidak revisi namun memperhatikan saran dari validator
$1 \leq \bar{V}_a < 2$	Cukup Valid	Revisi kecil
$0 \leq \bar{V}_a < 1$	Tidak Valid	Revisi besar

Selanjutnya modul ini diujicobakan ke satu kelas Program Studi Teknik Informatika STIKI Malang yang sedang menempuh Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks. Pada penelitian ini, data nilai pretest dan posttest diolah sebagai uji keefektifan penggunaan modul. Data pretest didapatkan dari nilai test pada materi sebelum solusi sistem persamaan linier, yaitu materi konsep matriks dan determinan. Sedangkan nilai posttest didapat dari nilai rata-rata kuis setelah mengerjakan modul. Data tersebut diuji secara statistika melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan uji T paired Test.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil dari penelitian ini adalah modul Aljabar Linier dan Matriks yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu modul 1, modul 2, dan modul 3. Berdasarkan tahapan Dick & Carey (1996), hasil dari tiap tahapan akan dijelaskan sebagai berikut.

### ***Tahap analisis kebutuhan***

Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan penelitian pendahuluan yang meliputi pembelajaran dengan metode tatap muka, pemberian pretest, dan kajian literatur. Dari hasil penelitian pendahuluan diketahui bahwa terdapat mahasiswa yang merupakan tipe pebelajar lambat dan terdapat mahasiswa yang merupakan tipe pebelajar cepat. Dari kajian terhadap silabus mata kuliah yang telah disusun, diketahui bahwa pada Mata Kuliah Aljabar Linier dan Matriks terdapat satu pokok bahasan yaitu menyelesaikan sistem persamaan linier yang terdiri dari 6 pokok materi untuk memperoleh hasil belajar yang hampir sama. Pokok materi tersebut yaitu menyelesaikan sistem persamaan linier dengan menerapkan eliminasi Gaussian, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan invers matriks, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Doolittle, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Cholesky, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Crout, menyelesaikan sistem persamaan linier dengan aturan Cramer. Sehingga, untuk mengakomodasi tipe pebelajar cepat dan tipe pebelajar lambat pada seluruh pokok materi tersebut perlu dikembangkan modul pembelajaran pada pokok bahasan menyelesaikan sistem persamaan linier.

### ***Tahap analisis instruksional***

Pada tahap analisis intruksional, peneliti mengidentifikasi materi prasyarat yang harus dikuasai mahasiswa untuk belajar menggunakan modul ini. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan diperoleh data bahwa sebelum mempelajari pokok bahasan menyelesaikan sistem persamaan linier, mahasiswa harus sudah mempelajari pokok bahasan sistem persamaan linier, pokok bahasan matriks dan pokok bahasan determinan. Setelah mengetahui materi prasyarat yang dibutuhkan, peneliti menyusun tujuan pembelajaran untuk materi yang akan dipelajari dengan menggunakan modul yaitu sebagai berikut:

- mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan menerapkan eliminasi Gaussian,
- mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan menggunakan

invers matriks,

- mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Doolittle,
- mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Crout,
- mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan dekomposisi matriks metode Cholesky,
- mahasiswa dapat menyelesaikan suatu sistem persamaan linier dengan menerapkan aturan Cramer.

### ***Tahap analisis mahasiswa dan konten***

Tahap analisis mahasiswa dilakukan agar peneliti mengetahui bagaimana kemampuan, sikap, dan pengetahuan awal mahasiswa yang akan menjadi subyek penelitian. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, peneliti melakukan suatu kegiatan pembelajaran untuk mengetahui aktivitas belajar mahasiswa di dalam kelas dan selanjutnya memberikan pretest terhadap mahasiswa. Dari pelaksanaan pembelajaran di dalam kelas yang telah dilaksanakan diketahui bahwa 53% mahasiswa merupakan tipe pebelajar cepat dan 47% mahasiswa merupakan tipe pebelajar lambat.

Pada tahap analisis konten, peneliti menyusun konten pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sesuai dengan metode pembelajaran yang dipilih yaitu inkuiri. Sesuai dengan hal tersebut maka konten pembelajaran yang dikembangkan pada modul ini meliputi aktivitas orientasi terhadap masalah, merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, mengumpulkan informasi, menguji hipotesis dan menyimpulkan.

### ***Tahap menulis tujuan kinerja***

Ketiga modul disusun berdasarkan tahapan inkuiri. Pada tahap orientasi terhadap masalah pada salah satu modul tersaji pada Gambar 1.

/

Perhatikan beberapa contoh sistem persamaan linier berikut ini.

Contoh 1:

$$\begin{aligned} 2x + y + 3z &= 0 \\ x + y + 2z &= 2 \\ x + 2z &= 3 \end{aligned}$$

Contoh 2:

$$\begin{aligned} 2x + y - 3z &= 0 \\ 4x + 5y + z &= 8 \\ 8x + 10y + 2z &= 20 \end{aligned}$$

Contoh 3:

$$\begin{aligned} 4x + 3y + 5z &= 18 \\ x - y + z &= -5 \\ -x + y - z &= 5 \end{aligned}$$

Kita akan menentukan penyelesaian dari masing-masing sistem persamaan linier tersebut

Gambar 2. Contoh aktifitas pada tahap orientasi terhadap masalah

Pada aktivitas ini, mahasiswa diberikan 3 masalah SPL. Masalah pertama adalah SPL dengan mempunyai satu solusi, masalah kedua adalah SPL yang tidak mempunyai solusi, dan masalah ketiga adalah SPL dengan banyak solusi. Dan mahasiswa disuruh mencari solusi dari SPL yang mempunyai satu solusi dengan mengikuti instruksi pada modul.

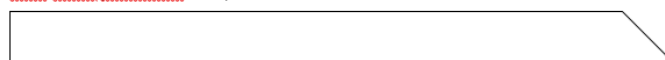
**LANGKAH 1**  
Langkah pertama untuk menemukan penyelesaian sistem persamaan linier adalah membentuk matriks augmented. Tuliskan matriks augmented dari sistem persamaan linier pada contoh 1-3.



Gambar 3. Contoh aktifitas pada tahap merumuskan masalah

Tahap kedua pada inkuiri adalah merumuskan masalah. Pada aktivitas ini, mahasiswa membuat matriks augmented pada ketiga masalah yang tersedia.

**LANGKAH 2**  
Dari matriks augmented yang kita dapat pada langkah 1, kita bisa menentukan apakah sistem tersebut mempunyai penyelesaian atau tidak dengan melihat ciri-ciri yang telah dijelaskan. Sekarang, silahkan kalian tentukan banyaknya penyelesaian yang akan dihasilkan dari sistem persamaan linier 1-3 (berdasarkan tiga kemungkinan penyelesaian untuk sistem persamaan linier).

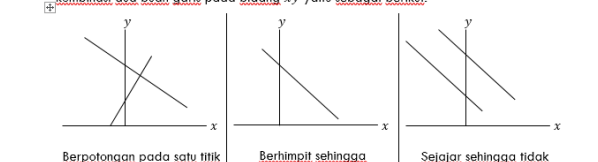


Gambar 3. Contoh aktifitas pada tahap mengajukan hipotesis

Penyelesaian sistem persamaan linear adalah penyelesaian setiap persamaan linear yang terdapat dalam sistem persamaan linear tersebut. Terdapat tiga kemungkinan untuk penyelesaian sistem persamaan linear, yaitu:

1. penyelesaian tunggal jika matriks koefisien mempunyai determinan
2. penyelesaian takhingga banyaknya jika
  - variabel lebih banyak dari persamaan, atau
  - matriks koefisien tidak mempunyai determinan
3. tidak ada penyelesaian, jika
  - salah satu persamaan merupakan kelipatan dari persamaan lainnya, atau
  - determinan dari matriks koefisien adalah 0

Ketiga kemungkinan penyelesaian sistem persamaan linier ini dapat digambarkan sebagai kombinasi dua buah garis pada bidang xy yaitu sebagai berikut.



Gambar 4. Contoh pengetahuan yang menuntun mahasiswa melakukan aktifitas mengajukan hipotesis

Pada tahap ketiga inkuiri adalah mengajukan hipotesis. Sebelum menyelesaikan masalah, ada pengantar materi tentang pengetahuan yang akan mengantar mahasiswa menyelesaikan masalah-masalah tersebut. Materi tersebut tersaji dalam halaman awal yang tersaji seperti pada Gambar 4. Pada tahap mengajukan hipotesis, mahasiswa menduga manakah matriks yang mempunyai satu solusi berdasarkan ciri-ciri yang diberikan sesuai pada pengetahuan mereka.

**LANGKAH 3**

Eliminasi gauss adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan **matriks baris eselon**. Untuk menghasilkan matriks baris eselon, kita perlu melakukan Operasi Baris Elementer (OBE) pada matriks augmented. Untuk menjadi matriks baris eselon, sebuah matriks harus mempunyai sifat-sifat berikut ini:

1. jika satu baris tidak seluruhnya terdiri dari nol, maka angka tak nol yang pertama dalam baris tersebut adalah angka satu, dan satu ini disebut **utama 1**;
2. jika ada sebarang baris yang seluruhnya terdiri dari nol, maka baris tersebut dikelompokkan bersama di bagian bawah matriks;
3. jika sebarang dua baris yang berurutan yang tidak seluruhnya terdiri dari nol, utama 1 pada baris yang lebih bawah terletak di sebelah kanan utama 1 dalam baris yang lebih atas.

Terdapat **tiga jenis operasi** yang dapat dilakukan dalam OBE, yaitu:

1. Menukarkan urutan dua baris
2. Mengalikan suatu baris dengan bilangan yang bukan nol
3. Menambahkan suatu baris dengan baris yang lainnya

### Gambar 5. Contoh aktifitas mengumpulkan informasi

Pada tahap keempat inkuiri adalah mengumpulkan informasi. Pada tahap ini, mahasiswa diberikan pengetahuan untuk dibaca dan dipahami. Pengetahuan ini akan membantu mahasiswa untuk melanjutkan proses mendapatkan penyelesaian dari masalah.

**LANGKAH 4**

Tujuan kita melakukan OBE pada matriks *augmented* adalah agar matriks koefisien (A) menjadi matriks baris eselon. Berikut ini merupakan contoh matriks baris eselon

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Untuk mempermudah operasi baris elementer, lakukan langkah berikut ini

1. Ubahlah  $\alpha_{21}$  menjadi 0
2. Ubahlah  $\alpha_{31}$  menjadi 0
3. Ubahlah  $\alpha_{32}$  menjadi 0

Tuliskan matriks *augmented* yang merupakan matriks dari sistem persamaan linier yang memiliki satu penyelesaian (hasil dari langkah 2). Tuliskan proses OBE dari matriks *augmented* tersebut, operasi dilakukan baik pada matriks koefisien maupun matriks suku konstan. Proses OBE berakhir jika matriks koefisien (A) sudah menjadi matriks baris eselon.



Dari matriks baris eselon diatas, kita memperoleh 3 persamaan baru, yaitu:

1. ....
2. ....
3. ....]

Dari ketiga persamaan tersebut, kita bisa melakukan substitusi balik sehingga kita peroleh:

Dari persamaan 3

$$z = \dots$$

Dari persamaan 2

$$\dots y + \dots z = \dots$$

$$\dots y + \dots = \dots \quad (\text{substitusi persamaan 1 ke persamaan 2})$$

$$\dots y = \dots$$

$$y = \dots$$

Dari persamaan 1

$$\dots x + \dots y + \dots z = \dots$$

$$\dots x + \dots + \dots = \dots \quad (\text{substitusi persamaan 1 dan 2 ke persamaan 3})$$

$$\dots x = \dots$$

Gambar 6. Contoh aktifitas menguji hipotesis

Pada tahap kelima inkuiri adalah menguji hipotesis. Pada tahap ini, mahasiswa telah menduga bahwa dari ketiga masalah tersaji, ada satu masalah yang mempunyai satu masalah. Dengan menggunakan pengetahuan yang telah diberikan pada tahapan mengumpulkan informasi, mahasiswa menggunakan pengetahuan tersebut untuk menguji hipotesis. Pada tahap ini, mahasiswa diberikan instruksi seperti yang tersaji pada Gambar 6.

#### LANGKAH 5

Untuk mengetahui bahwa penyelesaian yang kita temukan pada langkah 4 adalah penyelesaian yang benar, kita perlu melakukan pengecekan dengan cara mensubstitusikan penyelesaian ke masing-masing persamaan linier. Jika hasil substitusi sesuai dengan konstanta, maka penyelesaian yang kita temukan sudah benar. Namun jika hasil substitusi tidak sesuai konstanta, silahkan diteliti kembali hasil pekerjaan pada langkah sebelumnya sampai menemukan penyelesaian yang benar. Tuliskan hasil pengecekan pada tempat yang berikut.

Gambar 7. Contoh aktifitas menyimpulkan

Tahap terakhir pada inkuiri adalah menyimpulkan. Setelah mahasiswa melakukan uji hipotesis, maka dia akan mendapatkan solusi dari suatu SPL, yaitu solusi yang dihasilkan adalah satu solusi. Namun, belum menmgetahui, apakah solusi tersebut benar. Sehingga diperlukan pengujian seperti pada instruksi yang tersaji pada Gambar 7. Dari pengujian tersebut, mahasiswa dapat menyimpulkan bahwa solusi yang dia cari sudah benar.

#### *Tahap pengembangan instrumen penilaian*

Pada tahap ini, peneliti menyusun lembar validator untuk menilai modul yang telah disusun. Indikator penilaian untuk modul aljabar linier dan matriks dapat dilihat di Table 2.

Tabel 2. Indikator Penilaian pada Lembar Validasi



No	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		1	2	3	4
1	<i>Penampakan Pendekatan Inkuiri</i>				
	a. Isi modul tersaji masalah sesuai tahapan orientasi terhadap masalah pada inkuiri				
	b. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk merumuskan masalah				
	c. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk mengajukan hipotesis				
	d. Isi modul memuat pengetahuan yang dapat menjadi dasar mahasiswa untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan				
	e. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk menguji hipotesis				
	f. Isi modul memuat aktifitas mahasiswa untuk menyimpulkan				
2	<i>Tingkat Kesukaran Masalah</i>				
	a. Modul menyajikan masalah dengan tingkat kesukaran sesuai standar kognitif mahasiswa S1.				
	b. Modul menyajikan masalah untuk penerapan konsep dengan tingkat kesukaran sesuai standar kognitif siswa mahasiswa S1.				
	c. Modul menyajikan kegiatan-kegiatan yang sesuai untuk kemampuan mahasiswa S1.				
4	<i>Ilustrasi/ Gambar</i>				
	a. Ilustrasi gambar pada tiap bagian dalam modul sesuai dengan topik bahasan.				
	b. Gambar tersebut dapat memberi ilustrasi konsep.				
	c. Gambar disajikan dengan jelas dan baik.				
5	<i>Bahasa</i>				
	a. Modul disajikan dengan bahasa yang komunikatif.				
	b. Modul disajikan dengan bahasa yang logis.				
	c. Modul disajikan dengan bahasa yang mudah dipahami.				

### ***Tahap pemilihan strategi pembelajaran***

Untuk pelaksanaan pembelajaran dengan modul dilakukan dengan sistem daring. Modul terbagi menjadi 3, yaitu modul 1, modul 2, dan modul 3. Pada modul 1 berisi materi menentukan SPL dengan menggunakan eliminasi Gauss dan Gauss Jordan. Mahasiswa harus mempelajari modul 1 dalam waktu maksimal 1 minggu. Mahasiswa yang telah mempelajari modul 1, diperbolehkan mengerjakan kuis modul 1 secara daring. Jika nilai kuis modul 1 telah mencapai 65, maka mahasiswa bisa mengakses file modul 2. Bagi mahasiswa yang belum memenuhi nilai 65, maka mahasiswa harus

belajar lagi dan mencoba kuis modul 1 dengan izin terlebih dahulu kepada dosen pengampu. Begitu seterusnya pembelajaran dilakukan hingga mahasiswa selesai mengerjakan kuis modul 3. Materi modul 2 tentang menentukan SPL dengan menggunakan invers matriks. Sedangkan materi modul 3 tentang menentukan SPL dengan menggunakan dekomposisi dan Cramer.

**Tahap mengembangkan dan memilih bahan instruksional**

Modul telah tersusun sesuai dengan pendekatan inkuiri dan sesuai format yang direncanakan. Modul siap untuk diuji validasi oleh 1 dosen matematika STIKI dan 1 dosen STMIK Asia Malang.

**Tahap merancang dan melakukan evaluasi formatif instruksi**

Langkah evaluasi formatif dilakukan oleh 1 dosen matematika STIKI dan 1 dosen ormatematika STMIK ASIA. Hasil uji validasi kedua validator adalah 2.37 yang berkriteria valid dengan beberapa revisi berdasarkan saran dari validator.

**Tahap Revisi**

Pada tahap ini, peneliti melakukan revisi berdasarkan saran dari validator. Pada Tabel 3 akan ditunjukkan saran dari validator beserta tampilan modul sebelum direvisi dan setelah direvisi.

Tabel 3. Perbaikan Modul Berdasarkan Saran dari Validator

Saran Validator	Sebelum direvisi	Setelah direvisi
Menampilkan materi pada tahap mengajukan hipotesis pada pengantar materi sebelum masalah diberikan	materi pada tahap mengajukan hipotesis terletak setelah 3 masalah disajikan	materi pada tahap mengajukan hipotesis terletak pada pengantar materi , sebelum 3 masalah disajikan
materi pada tahap mengumpulkan informasi sebaiknya menggunakan Bahasa	<p><u>Jika suatu SPL mempunyai satu solusi, salah satu cara menemukan solusi tersebut ada dengan eliminasi gauss. Eliminasi gauss adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan matriks baris eselon.</u></p> <p>Saat menerapkan eliminasi gauss dalam perhitungan, kita membutuhkan Operasi Baris Elementer (OBE). Terdapat <b>tiga jenis operasi</b> yang dapat dilakukan dalam OBE, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengganti urutan dua baris</li> <li>2. Mengalikan baris dengan bilangan yang bukan nol</li> <li>3. Menambah suatu baris dengan baris yang lainnya</li> </ol> <p>Kita perlu mengetahui bahwa <b>matriks eselon baris</b> berisikan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. pada setiap baris, entri tak-nol yang pertama adalah satu, dan satu ini disebut <b>setu utu</b></li> <li>2. jika terdapat baris nol, maka baris tersebut diletakkan pada baris yang terbawah,</li> <li>3. pada dua baris yang berurutan letak satu utama pada baris yang lebih bawah terle lebih ke kanan.</li> </ol>	<p><u>Eliminasi gauss adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menghasilkan matriks baris eselon. Untuk menghasilkan matriks baris eselon, kita perlu melakukan Operasi Baris Elementer (OBE) pada matriks augmented. Untuk menjadi matriks baris eselon, sebuah matriks harus mempunyai sifat-sifat berikut ini:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. jika suatu baris tidak seluruhnya terdiri dari nol, maka angka tak nol yang pertama dalam baris tersebut adalah angka satu, dan satu ini disebut <b>utama 1</b>,</li> <li>2. jika ada sebarang baris yang seluruhnya terdiri dari nol, maka baris tersebut dikelompokkan bersama di bagian bawah matriks,</li> <li>3. jika sebarang dua baris yang berurutan yang tidak seluruhnya terdiri dari nol, utama 1 pada baris yang lebih bawah terletak di sebelah kanan utama 1 dalam baris yang lebih atas.</li> </ol> <p>terdapat <b>tiga jenis operasi</b> yang dapat dilakukan dalam OBE, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menukarkan urutan dua baris</li> <li>2. Mengalikan suatu baris dengan bilangan yang bukan nol</li> <li>3. Menambahkan suatu baris dengan baris yang lainnya</li> </ol>

yang lebih mudah dipahami		
Pada modul 3 materi dekomposisi Cholesky, diberikan tambahan penjelasan supaya mudah dipahami oleh mahasiswa TI	<p><b>Menentukan Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Hasil Dekomposisi Cholesky</b></p> <p>Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan hasil dekomposisi Cholesky, ikuti langkah-langkah berikut</p> <p>1. ubahlah matriks A menjadi matriks L dan U</p> $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$ <p>Dimana <math>l_{ii} = u_{ii}</math></p> <p>Dari kesamaan dua matriks tersebut, diperoleh formula berikut</p>	<p><b>Menentukan Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Hasil Dekomposisi Cholesky</b></p> <p>Untuk menentukan penyelesaian sistem persamaan linier dengan hasil dekomposisi Cholesky, ikuti langkah-langkah berikut</p> <p>1. ubahlah matriks A menjadi matriks L dan U</p> $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & 0 \\ l_{21} & l_{22} & 0 \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ 0 & u_{22} & u_{23} \\ 0 & 0 & u_{33} \end{bmatrix}$ <p>Dimana <math>l_{ii} = u_{ii}</math>. Sehingga <math>l_{11} = u_{11}</math>; <math>l_{22} = u_{22}</math>; <math>l_{33} = u_{33}</math></p>

**Tahap merancang dan melakukan evaluasi sumatif**

Setelah dilakukan revisi, dilakukan uji efektif. Uji keefektivan digunakan untuk membuktikan apakah modul mampu mencapai tujuan yang telah ditetapkan atau tidak. Modul dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Sehingga, modul dikatakan efektif jika modul dapat meningkatkan hasil belajar. Pengukuran efektif dan tidaknya modul dilakukan dengan membandingkan skor awal dalam pretest dengan skor akhir dalam posttest. Uji efektif ini dimulai dengan uji normalitas. Data yang diolah adalah nilai pretest dan nilai posttest. Nilai posttest didapat dari rata-rata nilai 3 kuis pada setiap modul. Untuk uji normalitas, ditentukan terlebih dahulu selisih data pretest dan data posttest seperti yang ditampilkan pada tabel.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
Selisih Pretest dan Posttest	0.116	36	0.200

Hasil uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov Smirnov diperoleh nilai sig. 0.200. ini berarti bahwa nilai sig. > 0.05. Sehingga data dikatakan berdistribusi normal.

Selanjutnya dilakukan *paired sample test*. Pada Paired samples statistics, diperoleh table berikut ini.

Tabel 5. Deskripsi Statistik pada Pretest dan Posttest

	Mean	N	Standar Deviasi	Standar Error Mean
Pair 1 Pretest	59.2222	36	12.56324	2.09387
Posttest	67.1389	36	16.57831	2.76305

Pada Tabel 5 diatas terlihat bahwa rata-rata hasil pretest pada 36 mahasiswa adalah 59.2222 dengan standar deviasi 12.56324. Sedangkan rata-rata hasil posttest adalah 67.1389 dengan standar deviasi 16.57831. Ini berarti bahwa terdapat perbedaan nilai hasil belajar yang lebih baik setelah belajar menggunakan modul.

Tabel 6. Output Paired Sample t-Test

	Mean	St. Deviation	Std. Error Mean	Paired Difference		t	df	Sig. (2 tailed)
				95% Confidence Interval of The Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pretest-Posttest	-7.91667	19.41614	3.23602	-14.48618	1.34719	-2.446	35	0.002

Dasar pengambilan keputusan pada paired sample T-test adalah jika nilai sig. (2 tailed) < 0.05, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan modul. Namun, nilai sig. (2 tailed) > 0.05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan modul. Dari table diatas, diperoleh nilai sig. (2 tailed) 0.002. Nilai sig. (2 tailed) ini lebih kecil dari 0.05. Ini berarti, terdapat perbedaan hasil belajar sesudah dan sebelum menggunakan modul aljabar linier dan matriks. Perbedaan hasil belajar yang ditunjukkan pada analisa ini adalah terdapat perbedaan hasil belajar yang lebih baik dengan menggunakan modul aljabar linier dan matriks.

## KESIMPULAN

Modul aljabar linier dan matriks telah disusun berdasarkan tahapan Dick & Carey, meliputi tahap analisis kebutuhan, analisis instruksional, analisis mahasiswa dan konten, menulis tujuan kinerja, pengembangan instrument penilaian, pemilihan strategi pembelajaran, mengembangkan dan memilih bahan instruksional, merancang dan melakukan evaluasi formatif instruksi, revisi hingga melakukan evaluasi sumatif. Pada tahap evaluasi formatif diperoleh nilai 2.37 dengan kriteria valid dengan beberapa revisi sesuai saran validator. Pada tahap evaluasi formatif dilakukan uji efektif melalui uji normalitas dan *paired sample test* pada nilai pretest dan posttest. Hasilnya, terdapat perbedaan hasil belajar yang lebih baik dengan menggunakan modul aljabar linier dan matriks. Sehingga, modul dapat dikatakan efektif.

**DAFTAR PUSTAKA** (Gunakan Microsoft Word template style: *Heading 1*)

- Athuman, J. J. (2017). Comparing the Effectiveness of an Inquiry-Based Approach to that of Conventional Style of Teaching in the Development of Students' Science Process Skills. *International Journal of Environmental & Science Education*, 1797-1816.
- Berman, A., & Shvartsman, L. (2016). Definitions are Important: The Case of Linear Algebra. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 26-32.
- Dick, W. & Carey, L. (1996). *The Systematic Design of Instruction (4th ed.)*, New York: Harper Collins College Publishers
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan: Aplikasi pada Penelitian Pendidikan Indonesia*. Jember: Pena Salsabila
- Parta, I Nengah. 2009. *Pengembangan Model Pembelajaran Inquiry untuk Penghalusan Pengetahuan Matematika Mahasiswa Calon Guru melalui Pengajuan Pertanyaan*. Disertasi tidak diterbitkan. Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.
- Patil, A. M., & Sachin, S. K. (2017). Teaching Learning with Constructivist Approach. *International Journal of Engineering Development and Research*, 308-312.
- Rufii, R. (2015). Developing Module on Constructivist Learning Strategies to Promote Students' Independence and Performance. *International Journal of Education*, 18-28.
- Ruhela, R. (2014). The Pain of the Slow Learners. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 193-200.
- Vasudevan, A. (2017). Slow learners – Causes, problems and educational programmes. *International Journal of Applied Research 2017*, 308-313.

**LAMPIRAN 4**  
**LAPORAN PENGGUNAAN**  
**ANGGARAN 100%**  
**&BUKTI PENGELUARAN**

1. Honor				
Honor	Honor/Jam (Rp)	Waktu (jam/minggu)	Minggu	Honor per Tahun
				-
Subtotal				0
2. Pembelian Bahan Habis Pakai				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per tahun
Penjilidan dan Penggandaan Modul	Fotocopy	36	27.200	979.200
	Penjilidan	36	2.500	90.000
Penjilidan dan Penggandaan Laporan	Fotocopy	2	15.000	30.000
	Penjilidan	2	2.500	5.000
Subtotal				1.104.200
3. Perjalanan				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per tahun
				-
Subtotal				0
4. Lain-lain				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per tahun
Registrasi hak cipta	registrasi modul	1	400.000	400.000
Publikasi pada jurnal terakreditasi	Publikasi artikel di JPM, Universitas Sriwijaya	1	1.000.000	1.000.000
Subtotal				1.400.000
Total				2.504.200



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

**STIKI**

SEKOLAH TINGGI INFORMATIKA & KOMPUTER INDONESIA  
Jl. Raya Tidar 100, Malang; Phone: 0341-560823; Fax: 0341-562525; <http://www.stiki.ac.id>; [mail@stiki.ac.id](mailto:mail@stiki.ac.id)

**KWITANSI**

No: 01/LPPM-HI-SITI/1/2019

Sudah terima dari : LPPM STIKI Malang  
Uang sebesar : *satu juta rupiah*  
Untuk pembayaran : publikasi pada jurnal terakreditasi  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) STIKI Malang  
Sesuai Surat Perjanjian Hibah Program Penelitian  
nomor: 053/LPPM.05/STIKI/VII/2018

Jumlah Rp. **1.000.000,-**

Mengetahui  
Kepala LPPM



Subari, S.Kom, M.Kom

Malang, 16 Januari 2019  
Penerima

Siti Aminah, S.Si, M.Pd





LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

**STIKI**

SEKOLAH TINGGI INFORMATIKA & KOMPUTER INDONESIA  
Jl. Raya Tidar 100, Malang; Phone: 0341-560823; Fax: 0341-562525; http://www.stiki.ac.id; mail@stiki.ac.id

**KWITANSI**

No: 02/LPPM-HI-SITI/1/2019

Sudah terima dari : LPPM STIKI Malang  
Uang sebesar : *empat ratus ribu rupiah*  
Untuk pembayaran : **registrasi hak cipta modul pembelajaran**  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) STIKI Malang  
Sesuai Surat Perjanjian Hibah Program Penelitian  
nomor: 053/LPPM.05/STIKI/VII/2018

Jumlah Rp. **400.000,-**

Mengetahui  
Kepala LPPM



Subart, S.Kom, M.Kom

Malang, 16 Januari 2019  
Penerima

Siti Aminah, S.Si, M.Pd





**LAMPIRAN 5**  
**ISIAN DATA KINERJA PENELITIAN**

**DATA PENELITIAN**

Judul Penelitian	Pengembangan Modul Pembelajaran Aljabar Linier dan Matriks dengan Pendekatan Inkuiri untuk Mahasiswa Teknik Informatika	
Jenis Penelitian	<input type="checkbox"/> Penelitian Dasar <input type="checkbox"/> Penelitian terapan <input type="checkbox"/> Pengembangan Eksperimental	
Bidang Penelitian	<input type="checkbox"/> Natural Science	<input type="checkbox"/> Mathematical Sciences <input type="checkbox"/> Physical Sciences <input type="checkbox"/> Chemical Sciences <input type="checkbox"/> Earth Sciences <input type="checkbox"/> Biological Sciences <input type="checkbox"/> Information, Computing, and Communication Sciences <input type="checkbox"/> Other Natural Sciences
	<input type="checkbox"/> Engineering Technology	<input type="checkbox"/> Industrial Biotechnology and Food Sciences <input type="checkbox"/> Aerospace Engineering <input type="checkbox"/> Manufacturing Engineering <input type="checkbox"/> Automotive Engineering <input type="checkbox"/> Mechanical and Industrial Engineering <input type="checkbox"/> Chemical Engineering <input type="checkbox"/> Resources Engineering <input type="checkbox"/> Civil Engineering <input type="checkbox"/> Electrical and Electronic Engineering <input type="checkbox"/> Geomatics Engineering <input type="checkbox"/> Environmental Engineering <input type="checkbox"/> Maritime Engineering <input type="checkbox"/> Metallurgy <input type="checkbox"/> Materials Engineering <input type="checkbox"/> Biomedical Engineering <input type="checkbox"/> Computer Hardware <input type="checkbox"/> Communications Technologies <input type="checkbox"/> Interdisciplinary Engineering <input type="checkbox"/> Other Engineering and Technology
	<input type="checkbox"/> Agricultural and Environmental Sciences	<input type="checkbox"/> Agricultural and Veterinary Sciences <input type="checkbox"/> Environmental Sciences <input type="checkbox"/> Architecture Urban Environment and Building <input type="checkbox"/> Other Agricultural and Environmental Sciences
	<input type="checkbox"/> Medical Sciences	<input type="checkbox"/> Medical Sciences <input type="checkbox"/> Public Health and Health Services <input type="checkbox"/> Other Medical and Health Sciences
	<input type="checkbox"/> Social Sciences	<input type="checkbox"/> Education <input type="checkbox"/> Economics <input type="checkbox"/> Commerce, Management, Tourism and Services <input type="checkbox"/> Policy and Political Sciences <input type="checkbox"/> Studies in Human Society <input type="checkbox"/> Behavioral and Cognitive Sciences <input type="checkbox"/> Law, Justice, and Law Enforcement <input type="checkbox"/> Journalism, Librarianship and Curatorial Studies <input type="checkbox"/> Other Social Sciences
	<input type="checkbox"/> Humanities	<input type="checkbox"/> The Arts <input type="checkbox"/> Language and Culture

		<input type="checkbox"/> History and Archeology <input type="checkbox"/> Philosophy and Religion <input type="checkbox"/> Other Humanities
Tujuan Sosial Ekonomi	<input type="checkbox"/> Defense	<input type="checkbox"/> Military and Politics <input type="checkbox"/> Military Technology <input type="checkbox"/> Military Doctrine, Education, and Training <input type="checkbox"/> Military Capabilities <input type="checkbox"/> Police and Internal Security
	<input type="checkbox"/> Plant Production and Plant Primary Products	<input type="checkbox"/> Field crops <input type="checkbox"/> Plantation crops <input type="checkbox"/> Horticultural crops <input type="checkbox"/> Forestry <input type="checkbox"/> Primary products from plants <input type="checkbox"/> By-products utilization <input type="checkbox"/> Herbs, Spices and Medicinal Plants <input type="checkbox"/> Other plant production and plant primary products not elsewhere classified
	<input type="checkbox"/> Animal Production and Animal Primary Products	<input type="checkbox"/> Livestock <input type="checkbox"/> Pasture, browse and fodder crops <input type="checkbox"/> Fisheries products <input type="checkbox"/> Primary & by-products from animals <input type="checkbox"/> Other animal production and animal primary products not elsewhere classified
	<input type="checkbox"/> Mineral Resources	<input type="checkbox"/> Exploration <input type="checkbox"/> Primary mining and extraction processes <input type="checkbox"/> First stage treatment of ores and minerals <input type="checkbox"/> Prevention and Treatment of Pollution <input type="checkbox"/> Other mineral resources (excluding energy) not elsewhere classified
	<input type="checkbox"/> Energy Resources	<input type="checkbox"/> Exploration <input type="checkbox"/> Mining and extraction <input type="checkbox"/> Preparation and supply of energy source materials <input type="checkbox"/> Non-conventional energy resources <input type="checkbox"/> Nuclear Energy <input type="checkbox"/> Other energy resources not elsewhere classified
	<input type="checkbox"/> Energy Supply	<input type="checkbox"/> Energy transformation <input type="checkbox"/> Renewable energy <input type="checkbox"/> Energy distribution <input type="checkbox"/> Energy Conservation and efficiency <input type="checkbox"/> Energy issues <input type="checkbox"/> Other energy supply not elsewhere classified
	<input type="checkbox"/> Manufacturing	<input type="checkbox"/> Processed food products and beverages <input type="checkbox"/> Fiber processing and textiles, footwear and leather products <input type="checkbox"/> Wood, wood products and paper <input type="checkbox"/> Human pharmaceutical products <input type="checkbox"/> Veterinary pharmaceutical products <input type="checkbox"/> Agricultural chemicals <input type="checkbox"/> Industrial chemicals and related products <input type="checkbox"/> Basic metal products (including smelting) <input type="checkbox"/> Industrial mineral products

	<input type="checkbox"/> Fabricated metal products <input type="checkbox"/> Transport equipment <input type="checkbox"/> Computer hardware and electronic equipment <input type="checkbox"/> Communication equipment <input type="checkbox"/> Instrumentation <input type="checkbox"/> Machinery and equipment <input type="checkbox"/> Latex product industry <input type="checkbox"/> Standard supporting technologies <input type="checkbox"/> Materials performance and processes/analysis <input type="checkbox"/> Milling and process materials <input type="checkbox"/> Synthesis and design of fine and specialty chemicals <input type="checkbox"/> Consumer Products <input type="checkbox"/> Other manufactured products not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Construction	<input type="checkbox"/> Planning <input type="checkbox"/> Design <input type="checkbox"/> Construction processes <input type="checkbox"/> Building management and services <input type="checkbox"/> Other construction not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Transport	<input type="checkbox"/> Ground transport <input type="checkbox"/> Water transport <input type="checkbox"/> Air & space transport <input type="checkbox"/> Other transport not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Information and Communication Services	<input type="checkbox"/> Computer software and services <input type="checkbox"/> Information services (including library) <input type="checkbox"/> Communication services <input type="checkbox"/> Geoinformation Services <input type="checkbox"/> Other information and communication not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Commercial Services	<input type="checkbox"/> Electricity, gas and water services and utilities <input type="checkbox"/> Waste management and recycling <input type="checkbox"/> Wholesale and retail trade <input type="checkbox"/> Finance, property and business services <input type="checkbox"/> Tourism <input type="checkbox"/> Other commercial services not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Economic Framework	<input type="checkbox"/> Macroeconomics issues <input type="checkbox"/> Microeconomics issues <input type="checkbox"/> International trade issues <input type="checkbox"/> Management and productivity issues <input type="checkbox"/> Measurement standards and calibration services <input type="checkbox"/> Commercialization <input type="checkbox"/> Socio-economic development <input type="checkbox"/> Economic development and environment <input type="checkbox"/> Human resource management <input type="checkbox"/> Other economic issues not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Natural resources	<input type="checkbox"/> Soil resources <input type="checkbox"/> Water resources <input type="checkbox"/> Biodiversity <input type="checkbox"/> Bioactive product <input type="checkbox"/> Industrial raw materials <input type="checkbox"/> Mineral resource <input type="checkbox"/> Other natural resources not elsewhere classified

<input type="checkbox"/> Health	<input type="checkbox"/> Clinical (organs, diseases and conditions) <input type="checkbox"/> Public health <input type="checkbox"/> Health and support services <input type="checkbox"/> Other health not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Education and training	<input type="checkbox"/> Early childhood and primary education <input type="checkbox"/> Secondary education <input type="checkbox"/> Tertiary education <input type="checkbox"/> Technical and further education
	<input type="checkbox"/> Special education <input type="checkbox"/> Computer base teaching and learning <input type="checkbox"/> Education policy <input type="checkbox"/> Teaching <input type="checkbox"/> Educational administration <input type="checkbox"/> Other education and training not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Social development and Community services	<input type="checkbox"/> Community services <input type="checkbox"/> Public services <input type="checkbox"/> Art, sport and recreation <input type="checkbox"/> International relations <input type="checkbox"/> Ethical issues <input type="checkbox"/> Nation building <input type="checkbox"/> Urban issues <input type="checkbox"/> Other social development and community services not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Environmental Knowledge	<input type="checkbox"/> Climate and atmosphere <input type="checkbox"/> Ocean <input type="checkbox"/> Water <input type="checkbox"/> Land <input type="checkbox"/> Nature conservation <input type="checkbox"/> Social environment <input type="checkbox"/> River and Lake <input type="checkbox"/> Other environmental knowledge not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Environmental aspects of development	<input type="checkbox"/> Plant production and plant primary products (including forestry) <input type="checkbox"/> Animal production and animal primary products (including fishing) <input type="checkbox"/> Mineral resources (excluding energy) <input type="checkbox"/> Energy resources <input type="checkbox"/> Energy supply <input type="checkbox"/> Manufacturing <input type="checkbox"/> Construction <input type="checkbox"/> Transport <input type="checkbox"/> Information and communication services <input type="checkbox"/> Commercial services <input type="checkbox"/> Environmental economic framework <input type="checkbox"/> Other environmental of development not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Environmental management & other aspects	<input type="checkbox"/> Environmental management <input type="checkbox"/> Waste management and recycling <input type="checkbox"/> Climate and Weather <input type="checkbox"/> Atmosphere (Excl. Climate and Weather)



	<input type="checkbox"/> Marine and Coastal Environment <input type="checkbox"/> Fresh water and Estuarine Environment <input type="checkbox"/> Urban and Industrial Environment <input type="checkbox"/> Forest and Wooded Lands <input type="checkbox"/> Mining Environment <input type="checkbox"/> Other environmental aspects not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Advancement of Natural sciences, technology, and engineering	<input type="checkbox"/> Mathematical science <input type="checkbox"/> Physical sciences <input type="checkbox"/> Chemical sciences <input type="checkbox"/> Earth sciences <input type="checkbox"/> Information, computer and communication technologies <input type="checkbox"/> Applied sciences and technologies <input type="checkbox"/> Engineering sciences <input type="checkbox"/> Biological sciences <input type="checkbox"/> Agricultural sciences <input type="checkbox"/> Medical and health sciences <input type="checkbox"/> Multimedia <input type="checkbox"/> Other Natural sciences, technology, and engineering not elsewhere classified
<input type="checkbox"/> Advancement of Social sciences and humanities	<input type="checkbox"/> Social sciences <input type="checkbox"/> Humanities <input type="checkbox"/> Cyber law <input type="checkbox"/> Other Social sciences and humanities not elsewhere classified
Sumber Dana	<input type="checkbox"/> Dalam negeri <input type="checkbox"/> Luar negeri/Asing
Institusi Sumber Dana	<input type="checkbox"/> Pemerintah <input type="checkbox"/> Swasta/industri <input type="checkbox"/> Lembaga multilateral <input type="checkbox"/> Lembaga nirlaba <input type="checkbox"/> Internal perguruan tinggi <input type="checkbox"/> Pribadi peneliti <input type="checkbox"/> Sumber dana lain
Jumlah Dana	Rp. 2.500.000,-
Personil Dosen	NIDN : 0715118901 Nama Dosen : Siti Aminah, S.Si, M.Pd Program Studi : Teknik Informatika
Personil Dosen	NIDN : 0706128703 Nama Dosen : Nira Radita, S.Pd, M.Pd Program Studi : Teknik Informatika
Personil Non Dosen	Nama : M. Bima Indra Kusuma NRP : 161111070 Program Studi : Teknik Informatika
Personil Non Dosen	Nama : Charles Andre Hartono NRP : 152111037 Program Studi : Desain Komunikasi Visual